

Le vinaigre dans la prévention et la gestion des troubles cardiométaboliques chez l'adulte : une revue parapluie de la littérature.

Travail de Bachelor

Manon BURLION

N° matricule : 20870671

Jonathan AMENO

N° matricule : 16304388

Directrice : Dre Angéline CHATELAN - Diététicienne ASDD, PhD en santé publique, professeure assistante HES, Filière Nutrition et diététique

Co-directeur : Dr Serge REZZI – Fondation Suisse de nutrition et santé

Membre du jury : Sidonie FABBI – Diététicienne HES – Maître d'enseignement HES, Filière Nutrition et diététique

Juillet 2023

Filière Nutrition et diététique
Haute école de santé de Genève

Déclaration

Ce travail de Bachelor a été réalisé en vue de l'obtention du titre de *Bachelor of Science HES-SO en nutrition et diététique*. L'utilisation des conclusions et recommandations formulées dans ce travail, sans préjuger de leur valeur, n'engage ni la responsabilité des auteurs, ni celle du directeur ou de la directrice du travail de Bachelor, du jury et de la HEdS-GE.

Nous attestons avoir réalisé seuls le présent travail, sans avoir utilisé d'autres sources que celles indiquées dans la liste des références bibliographiques et sans plagier. Le plagiat a été vérifié grâce au logiciel <https://www.compilatio.net/> qui a relevé un taux de 8% de similitudes à d'autres textes.

Nous attestons également avoir eu recours à l'intelligence artificielle, notamment ChatGPT, dans l'objectif de s'informer sur les analyses statistiques fréquemment utilisées dans les revues. Cependant, ce logiciel n'a pas été utilisé pour la rédaction du travail.

Dans le présent document, les termes employés pour désigner des personnes sont pris au sens générique, indépendamment de leur genre.

Fait à Genève, le 23 juillet 2023

Manon BURLION

Jonathan AMENO

Remerciements

Nous tenons avant tout à remercier notre directrice de Travail de Bachelor, Mme Angéline CHATELAN, pour ses précieux conseils, son soutien et sa disponibilité tout au long de ce projet.

Nous tenons également à remercier notre co-directeur de Travail de Bachelor, Mr Serge REZZI, pour nous avoir apporté ses conseils et son expertise.

Nous adressons aussi nos remerciements à Mr Jean-Marc Tendon, fondateur et gérant de Cogiterre, pour nous avoir partager ses connaissances sur le vinaigre et ses méthodes de production.

Nous souhaitons également remercier Mr Jean-David Sandoz, bibliothécaire au centre de documentation des Caroubiers, pour nous avoir apporté son aide lors de notre recherche de littérature.

Nous adressons pour finir, nos remerciements à Mme Sidonie Fabbi, qui a accepté d'assister à la soutenance de notre projet en qualité d'expert et membre du jury.

Conflits d'intérêts

Cette recherche n'a bénéficié d'aucune subvention spécifique de la part d'organismes de financement des secteurs public, commercial ou à but non lucratif. Nous ne déclarons aucun lien ou affiliation, qu'elle soit de nature personnelle ou professionnelle, qui pourrait avoir une influence réelle, potentielle ou apparente sur notre jugement ou nos actions menées dans cette revue de la littérature.

Résumé

Introduction : Les maladies cardiovasculaires et les troubles métaboliques demeurent parmi les problèmes de santé les plus répandus dans le monde et sont directement liées au mode de vie et à la nutrition. Parmi les nouvelles pistes nutritionnelles dans la prévention et gestion des maladies cardiométaboliques, le vinaigre émerge comme un potentiel candidat. Longtemps utilisé comme remède traditionnel, le vinaigre est un sujet de plus en plus étudié dans la littérature scientifique, notamment pour ses potentiels effets bénéfiques sur la glycémie, les dyslipidémies et l'hypertension. Comme de nombreuses études ont été réalisées pour identifier les effets sur les troubles cardiométaboliques, il devient nécessaire de synthétiser les résultats.

Objectif : Le but de notre travail est d'étudier les impacts du vinaigre sur les paramètres anthropométriques, lipidiques et glycémiques ainsi que la pression artérielle chez l'adulte en faisant une synthèse des connaissances actuelles concernant cette relation.

Méthode : Nous avons réalisé une revue parapluie en utilisant les moteurs de recherche PubMed, Cochrane, et Embase. Nous avons sélectionné toutes les revues systématiques et/ou méta-analyses publiées incluant des études interventionnelles qui testent l'effet du vinaigre de toutes sortes sur les paramètres anthropométriques, lipidiques et glycémiques, ainsi que la tension artérielle chez les adultes. Nous avons exclu notamment les études n'étant pas des revues systématiques et les revues incluant seulement des études sur les animaux. Par la suite, nous les avons analysés de manière qualitative à l'aide de la grille JBI pour l'évaluation critique des revues systématiques. Nous avons ensuite étudié les articles retenus afin de pouvoir répondre à notre question de recherche.

Résultats : Nous avons inclus 8 revues systématiques dont 7 méta-analyses. Nous avons trouvé une forte hétérogénéité dans les méthodes et les résultats des études incluses dans les revues systématiques ainsi qu'une faible qualité de ces dernières malgré la bonne qualité des revues systématiques. Le vinaigre pourrait exercer des effets bénéfiques sur les paramètres glycémiques (glycémie postprandiale et HbA1c), lipidiques (triglycérides, cholestérol total et cholestérol LDL) ainsi que la pression artérielle diastolique et systolique, mais pas sur les paramètres anthropométriques. Ces effets sont plus importants chez les individus avec des troubles cardiométaboliques, mais ces bénéfices ont également été observés chez les individus sains.

Conclusion : Nos recherches ont permis d'obtenir des données récentes concernant l'impact du vinaigre sur plusieurs paramètres cardiométaboliques et ainsi faire le point sur les connaissances actuelles à ce sujet. Bien que les preuves ne soient pas encore suffisantes, nous avons pu fournir plusieurs pistes intéressantes pour de futures recherches notamment sur les effets potentiels des polyphénols et de l'acide acétique du vinaigre.

Mots-clés : vinaigre alimentaire – syndrome métabolique – paramètres lipidiques – paramètres glycémiques – paramètres artériels

Liste des abréviations

CT	Cholestérol total
DT1	Diabète de type 1
DT2	Diabète de type 2
HbA1c	Hémoglobine glyquée
HDL	High density lipoprotein (<i>Lipoprotéine de haute densité</i>)
HOMA-IR	Homeostatic model assessment for insulin resistance (<i>évaluation du modèle homéostatique de la résistance à l'insuline</i>)
JBI	The Joanna Briggs Institute
LDL	Low density lipoprotein (<i>Lipoprotéines de faible densité</i>)
MetS	Syndrome métabolique
RS	Revue systématique
TBSc	Travail de Bachelor of Science
TG	Triglycérides

Liste des tableaux

Tableau 1 : Différentes classifications du syndrome métabolique (45)	9
Tableau 2 : Classification de l'IMC selon l'OMS (40)	11
Tableau 3 : Valeurs seuils du tour de taille en fonction du sexe (60)	12
Tableau 4 : Valeurs seuils des paramètres lipidiques (61)	13
Tableau 5 : Valeurs seuils de la glycémie - diabète de type 2 (65).....	13
Tableau 6 : Concepts tirés de la question de recherche et mots-clés associés.....	17
Tableau 7 : Présentation des revues systématiques incluses.....	22
Tableau 8 : Données extraites de la revue de Sohoul, et al.	24
Tableau 9 : Niveaux d'hétérogénéité des résultats significatifs obtenus dans la revue de Sohoul, et al.....	25
Tableau 10 : Données extraites de la revue de Cherta-Murillo et al.	26
Tableau 11 : Niveaux d'hétérogénéité des résultats significatifs obtenus dans la revue de Cherta-Murillo et al.	28
Tableau 12 : Données extraites de la revue de Shahinfar et al.....	29
Tableau 13 : Niveaux d'hétérogénéité des résultats significatifs obtenus dans la revue de Shahinfar et al.	30
Tableau 14 : Données extraites de la revue de Hadi et al.....	31
Tableau 15 : Niveaux d'hétérogénéité des résultats significatifs obtenus dans la revue de Hadi et al.	32
Tableau 16 : Données extraites de la revue de Valdes, et al.	33
Tableau 17 : Niveaux d'hétérogénéité des résultats significatifs obtenus dans la revue de Valdes, et al.....	35
Tableau 18 : Données extraites de la revue de Launholt, et al.	36
Tableau 19 : Données extraites de la revue de Cheng, et al.	38
Tableau 20 : Niveaux d'hétérogénéité des résultats significatifs obtenus dans la revue de Cheng, et al.....	39
Tableau 21 : Données extraites de la revue de Shishehbor, et al.	40
Tableau 22 : Niveaux d'hétérogénéité des principaux résultats obtenus dans la revue de Shishehbor, et al.....	41

Liste des figures

Figure 1. Bioprocédés du vinaigre	3
Figure 2. Processus de sélection des études	19
Figure 3. Pourcentage d'études incluses dans les RS qui présentaient un risque de biais faible, modéré ou élevé.	43

Table des matières

1. Introduction	1
2. Cadre de référence.....	1
2.1 Le vinaigre	1
2.1.1 Définition	1
2.1.2 Ethnopharmacologie du vinaigre	2
2.1.3 Les différents types de vinaigre	2
2.1.4 Méthodes de production	3
2.1.5 Place du vinaigre dans nos sociétés actuelles	6
2.1.6 Composition nutritionnelle.....	7
2.2 Obésité et maladies cardiométaboliques.....	7
2.2.1 Obésité.....	7
2.2.2 Syndrome métabolique	8
2.3 Indicateurs de la santé métabolique	11
2.3.1 Paramètres anthropométriques	11
2.3.2 Paramètres lipidiques.....	12
2.3.3 Paramètres glycémiques.....	13
2.3.4 Pression artérielle	14
2.4 Intérêt de ce travail	14
3. Question de recherche	15
3.1 Question de recherche	15
3.2 Hypothèse.....	15
3.3 Buts et objectifs	15
4. Méthode.....	16
4.1 Design.....	16
4.2 Stratégie de recherche documentaire	16
4.3 Équations de recherche.....	17
4.4 Critères d'inclusion et d'exclusion.....	18
4.5 Sélection des études	18
4.6 Évaluations de la qualité des études sélectionnées	19
4.7 Extraction des données	20
4.8 Synthèse des données et présentation des résultats.....	20
5. Résultats	22
5.1 Caractéristiques des revues sélectionnées	22

5.2 Qualité des revues sélectionnées.....	22
5.3 Résultats notables des revues	23
5.3.1 <i>Sohouli et al. (77)</i>	23
5.3.2 <i>Cherta-Murillo et al. (78)</i>	25
5.3.3 <i>Shahinfar et al. (79)</i>	28
5.3.4 <i>Hadi et al. (80)</i>	30
5.3.5 <i>Valdes, et al. (81)</i>	33
5.3.6 <i>Launholt, et al. (84)</i>	35
5.3.7 <i>Cheng, et al. (82)</i>	37
5.3.8 <i>Shishehbor, et al. (83)</i>	39
6. Discussion	42
6.1 Rappel du but de notre revue et des résultats saillants.....	42
6.2 Analyse critique des résultats	42
6.3 Limites et forces de notre revue parapluie	44
6.4 Perspectives pour la recherche	45
6.5 Implication pour la pratique	46
7. Conclusion.....	48
8. Références	49
9. Annexes	56
Annexe 1 : JBI checklist for systematic reviews and research syntheses.....	56
Annexe 2 : Qualité des revues systématiques analysée selon les critères JBI	60
Annexe 3 : Protocole de travail de Bachelor	61
Annexe 4 : Poster - Vinaigre alimentaire : prévention et gestion des troubles cardiométaboliques chez l'adulte ?	83
10. Suppléments.....	84
Supplément 1 : Caractéristiques des études incluses dans les revues systématiques.....	84

1. Introduction

De nos jours, la prévalence des maladies métaboliques ne cesse d'augmenter au sein de la population mondiale (1). Cette augmentation est liée à l'épidémie grandissante d'obésité touchant toutes les populations du globe depuis plusieurs dizaines d'années (1). Ces maladies sont généralement précédées d'un syndrome métabolique, état se caractérisant par une hypertension artérielle, une perturbation des paramètres glycémiques et lipidiques (1). L'ensemble de ces facteurs augmente fortement le risque de développement de maladies cardiovasculaires, première cause de mortalité dans le monde, à l'origine d'importants coûts de santé (1).

L'alimentation est un levier majeur de lutte contre ce problème de santé (2). Ainsi, déterminer de nouvelles pistes dans la prise en charge s'avérerait intéressant pour optimiser les résultats des traitements nutritionnels. Parmi elles, le vinaigre est un sujet de plus en plus étudié, notamment au vu de ces potentiels effets bénéfiques sur les facteurs métaboliques (glycémie, hypertension et dyslipidémie). Depuis des siècles, le vinaigre est utilisé à des fins ménagères et culinaires (3). Dans la médecine populaire, les vinaigres sont réputés efficaces dans le traitement de différents problèmes de santé (3). Il est facilement accessible et abordable et constitue un ingrédient de la cuisine traditionnelle et moderne dans le monde entier. Aujourd'hui, l'un des vinaigres les plus populaires est le vinaigre de cidre, qui aurait de nombreux bienfaits pour la santé, notamment la réduction de la glycémie et la diminution du risque de maladies cardiovasculaires (4–6).

Le sujet de notre travail de Bachelor découle d'une demande de Cogiterre (Sàrl Suisse) et s'inscrit dans le projet scientifique Fairchain (7). Ce projet, coordonné par l'INRAE, est une action d'innovation financée par le programme-cadre Horizon2020 proposant des solutions technologiques et organisationnelles innovantes pour des chaînes de valeurs laitières, fruitières et maraîchères plus équitables (7). Cogiterre est spécialisé dans la production de produits fermentés, notamment de vinaigre, à base de fruits, de légumes ou encore de protéines végétales (8). Nous avons réalisé un état des lieux des connaissances sur le sujet pour donner un avis scientifique et conseiller l'équipe de production.

2. Cadre de référence

2.1 Le vinaigre

2.1.1 Définition

Le vinaigre est défini par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et par la Food & Agriculture Organisation (FAO) comme un liquide propre à la consommation humaine, préparé à partir de produits à base d'amidon ou de sucres simples, par le biais d'une double fermentation (alcoolique et acétique) (9). Les substrats utilisés peuvent être du vin rouge ou blanc, des moûts de fruits, de l'alcool pure, du cidre... (9). Il peut également contenir des ingrédients dits facultatifs, comme des épices et herbes condimentaires, des fruits et du jus de fruits, du lactosérum, des sucres, du miel, du sel (9)...

L'ordonnance de l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires explique que « le vinaigre de fermentation est un vinaigre obtenu par la fermentation acétique de liquides alcooliques » (10). L'acidité totale, calculée selon la concentration en acide acétique (acide organique majoritairement présent dans le vinaigre) doit être d'au moins 45 grammes par litre et la teneur en alcool éthylique ne doit pas dépasser 0,5% vol., et celle du vinaigre de vin, 1% vol (10). Le vinaigre est principalement utilisé comme conservateur alimentaire ou condiment (11).

2.1.2 Ethnopharmacologie du vinaigre

Le vinaigre était déjà utilisé 5 000 ans avant J.-C. par les Babyloniens, comme condiment et agent de conservation (12). Plus tard, il fut consommé comme boisson par les Romains et utilisé pour faire mariner la viande et les légumes par les Grecs (12). Outre son utilisation culinaire, le vinaigre était utilisé pour ses propriétés curatives, comme il l'est mentionné dans la Bible et dans les textes d'Hippocrate. 2000 ans avant Jésus-Christ, la production de vinaigre était commercialisée et était utilisé pour traiter certaines pathologies et blessures. Le traitement de blessures est une pratique qui s'est perpétuée lors d'importants événements historiques, tel que la guerre de Sécession et la Première Guerre mondiale (12).

De nos jours, le vinaigre est disponible dans le monde entier ; cependant, ses utilisations et variétés diffèrent considérablement selon les zones géographiques (12). En Amérique du Nord, le vinaigre le plus fréquemment consommé est le vinaigre blanc (12). En Amérique latine, ce sont les vinaigres infusés d'herbes et aromatisés aux fruits qui y sont les plus populaires (12). Au Moyen-Orient, on retrouve principalement des vinaigres de fruits (bleuet et de datte) (12). Enfin, dans la culture asiatique, le vinaigre de riz est très populaire en cuisine, mais on aperçoit aussi une tendance émergente envers le « vinaigre santé » avec des propriétés protectrices contre certaines maladies (12). En effet, la croyance populaire est qu'il peut soulager les douleurs et les problèmes de peau grâce à sa richesse en minéraux et en oligo-éléments (13,14). Il serait également, un très bon reminéralisant pour soulager les crampes musculaires et pourrait soulager les maux de gorge et rhume et permettrait une meilleure digestion (13,14).

Au niveau mondial, le marché reste dominé par les vinaigres blancs distillés (pour les produits ménagers plus particulièrement) et les vinaigres de cidre de pomme, suivi des vinaigres balsamiques et de vin rouge (12). On observe un intérêt mondial grandissant envers l'alimentation saine, qui pousse les individus à se tourner vers des aliments naturels et riches en antioxydants. On peut s'attendre à l'avenir à ce que les producteurs de vinaigre fassent valoir les potentiels avantages qu'offre ce produit pour la santé et en tire profit dans leurs approches marketing (12).

2.1.3 Les différents types de vinaigre

Les vinaigres les plus populaires et leurs caractéristiques sont présentés ci-dessous (15) :

Vinaigre de fruits, vinaigre de petits fruits et vinaigre de cidre : ce sont des vinaigres obtenus à partir de vins de fruits ou de vin de petits fruits ou de cidre (de pommes le plus souvent) par fermentation acétique.

Vinaigre balsamique : il est fabriqué avec du raisin blanc sucré, en cuisant le moût de raisin (jus épais obtenu par pressurage des grappes) et en le laissant fermenter plusieurs années, avant de le mélanger à un peu de vinaigre de vin.

Vinaigre blanc : aussi appelé vinaigre d'alcool, c'est un liquide incolore issu de la fermentation d'un alcool (souvent de betterave sucrière, de maïs ou de blé). Sa composition en fait un produit biodégradable, généralement utilisé comme produit ménager pour ses propriétés désodorisantes et nettoyantes.

Vinaigre de vin : il est fabriqué à partir de vin blanc, rouge ou rosé.

Vinaigre de céréales : il est obtenu à partir de l'hydrolyse (à l'aide d'enzymes spécifiques) de l'amidon présent dans les céréales. Celui-ci donnant alors des sucres fermentescibles qui vont subir le processus de double fermentation.

Vinaigre de malt : c'est un vinaigre obtenu à partir d'orge maltée, dont l'amidon a été transformé en sucres des diastases d'orge maltée (enzyme utilisées spécifiquement pour cette céréale).

Vinaigre d'alcool : il est obtenu par fermentation acétique à partir d'alcool de distillation. Il peut être coloré au caramel. Ce vinaigre est également appelé "vinaigre de grain" ou "vinaigre distillé".

D'autres vinaigres existent tels que le vinaigre de vin de riz, de Xérès, de petit lait, de miel, de canne, de champagne, de noix de coco, etc. (10,11,16).

2.1.4 Méthodes de production

Le vinaigre est une solution à base d'acide acétique, confectionné en deux étapes. Dans la première étape, les sucres fermentescibles sont transformés en éthanol par l'action des levures (17–20). Lors de la seconde étape, les bactéries acétiques (BAA) oxydent l'éthanol en acide acétique dans un processus aérobie comme indiqué dans le schéma ci-dessous (17–20).

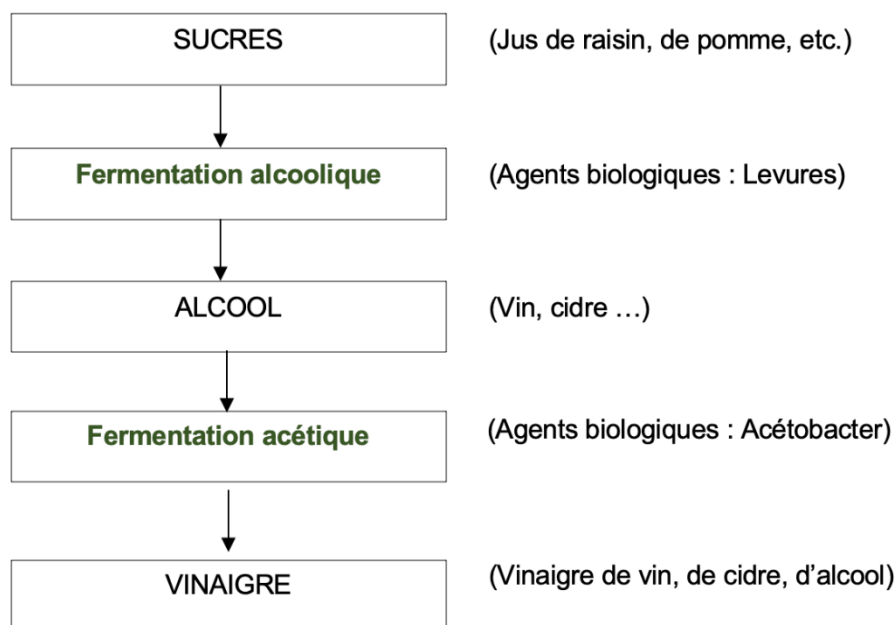
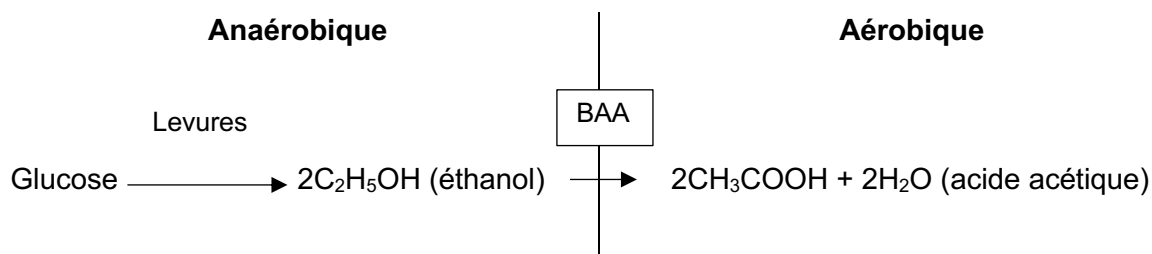


Figure 1. Bioprocédés du vinaigre

Le produit final est exempt d'alcool ou n'en contient que des traces, comme l'indique la formule ci-dessous.



Les BAA sont généralement trouvées dans des substrats contenant du glucose et/ou de l'éthanol (les fruits, les aliments et les boissons fermentées, comme les jus de fruits, le vin, le cidre, la bière et le vinaigre) (18).

Étapes de fabrication

Trier, laver, broyer et presser les fruits	<p>L'une des étapes critiques de la production de vinaigre est la préparation de la matière première (21). Cette étape est nécessaire pour obtenir le sucre fermentescible et la solution de jus à acétifier. Le traitement diffère en fonction de la matière première utilisée (21). En général, les fruits nécessitent moins de préparation que les graines ; toutefois, les graines sont plus faciles à stocker et à conserver après la récolte (21). Les fruits sont très périssables car sont riches en eau, ils doivent ainsi être traités très rapidement (21).</p> <p>Après la préparation de la matière première, les processus de fermentation alcoolique et d'acétification jouent un rôle clé dans la production de vinaigre (22). Selon les facteurs environnementaux (température, pH, activité de l'eau) ou les nutriments (sources d'hydrates de carbone) et la diversité microbienne présente dans la matière première, différentes biotransformations peuvent avoir lieu (22).</p>
Fermentation alcoolique (entre 15j et 1 mois et ½)	<p>Le jus de pressage, appelé moût, est fermenté dans une cuve métallique à une température entre 25 et 30°C. Les levures (<i>saccharomyces cerevisiae</i>) sont les micro-organismes les plus importants pendant la fermentation alcoolique car elles influencent la vitesse de fermentation ainsi que le goût du vin et d'autres qualités (23). Les BAA ne peuvent pas se développer pendant la fermentation alcoolique en raison des conditions anaérobiques (19).</p>
Fermentation acétique (environ 3 semaines à 1 mois et ½)	<p>Une fois le moût transformé en alcool, la fermentation acétique démarre. Lors de cette étape, l'oxygène, indispensable, est injecté dans la cuve. Lorsque le liquide alcoolisé est exposé à l'oxygène, les BAA commencent leur croissance à la surface (24). La plupart des BAA se développent à un pH compris entre 5,4 et 6,3. Cette fermentation est dite immergée car le ferment est en suspension dans le milieu et continue car consiste en une succession de soutirage de produits finis et de rechargement en matières premières (24). Les bactéries forment un gel à la surface du vinaigre. La méthode de fabrication par immersion est la méthode actuellement la plus utilisée au monde, car elle permet une fabrication efficace et très rapide (24).</p> <p>La transformation de l'alcool en acide acétique (fermentation acétique) se réalise sous 3 conditions :</p> <ul style="list-style-type: none">- La présence d'oxygène : acétobacter est une grande consommatrice d'oxygène,- La régulation de température comprise entre 25 et 30°C,- Les substances nutritives suffisantes dans le milieu (24). <p>Après la fermentation acétique, il peut maturer 1 à 2 mois pour libérer les arômes (24).</p>

Soutirage du vinaigre à fort degré acétique	<p>Pour les vinaigres possédant un fort degré d'alcool (p. ex. le vinaigre de Xérès, de champagne), « la concentration du moût doit être constante et ne pas varier de plus d'un dixième de degré » (24). Un dispositif mesure en continu la concentration d'alcool résiduel du milieu à partir des gaz de fermentation relâchés (24). Dès que le taux résiduel d'alcool atteint 0,3 degré (les bactéries ne doivent pas souffrir d'une absence totale d'alcool), le soutirage est déclenché automatiquement et permet l'évacuation du vinaigre jusqu'aux cuves de stockage (24).</p> <p>La survie de la souche dépend de la précision au quart d'heure près du soutirage, pouvant avoir lieu de jour comme de nuit (24). Il est important de veiller à l'apport en continu du courant car un arrêt d'oxygénation supérieur à dix secondes peut entraîner la mort des bactéries (24).</p>
Collage du vinaigre à fort degré acétique	<p>Le collage consiste à incorporer dans le vinaigre plus ou moins trouble (à la suite de la fermentation) une substance capable de flocculer et de sédimenter en entraînant les fines particules en suspension (24). Le vinaigre est alors épuré des grosses particules troublantes (24).</p>
Filtration, mise en bouteille	<p>C'est une technique de séparation de deux phases : une phase solide (les impuretés) et une phase liquide (le vinaigre), par le passage à travers une paroi poreuse qui constitue un filtre et retient la phase solide (25). En traversant les filtres, le liquide s'éclaircit (25). Il est ensuite agité, maintenu à la bonne température, avant d'être filtré et éventuellement pasteurisé pour sa mise en bouteille (25).</p>

Différentes méthodes de production du vinaigre

Les méthodes de production du vinaigre peuvent aller des méthodes traditionnelles utilisant des fûts en bois (procédé d'Orléans) et la culture de surface (procédé du générateur) à la fermentation submergée (26). La production industrielle de vinaigre s'est grandement améliorée avec le développement des techniques de production, notamment en augmentant la vitesse de transformation de l'éthanol en acide acétique en présence de BAA (27).

Procédé d'Orléans

La méthode lente d'acétification du vin, utilisée en France depuis 1670, est connue sous le nom de "procédé d'Orléans" ou "procédé français" ou "procédé traditionnel " (26). Le procédé d'Orléans était au départ la seule méthode permettant de fabriquer du vinaigre de vin pur (26). Dans ce procédé, on utilisait des tonneaux en bois remplis d'un liquide de fermentation alcoolique jusqu'aux trois-quarts environ (17). Les tonneaux étaient pourvus de trous à l'extrémité, juste quelques pouces au-dessus de la surface du liquide (17).

Raspor et Goranovič ont indiqué que le vinaigre produit par le procédé d'Orléans était de haute qualité en raison de la lenteur du processus de production qui favorise le développement de la saveur et de l'arôme (28). Il a été constaté que ce mode de traitement assure une disponibilité constante du vinaigre fini (28). Mais l'inconvénient de ce procédé était la longue

durée nécessaire, ce qui entraînait des coûts élevés par volume produit, même si l'investissement en équipement et les coûts de fonctionnement étaient faibles (28).

Procédé générateur

Au début du XIXe siècle, un système de fabrication du vinaigre est appelé "méthode du ruissellement" (aujourd'hui appelé "fermentation génératrice" ou "procédé rapide"). Dans ce procédé, les bactéries étaient cultivées et formaient une couche épaisse de bave autour de copeaux de bois de hêtre ou de charbon de bois (29).

La fermentation était le plus souvent réalisée dans des cuves en bois ou en acier, d'un volume de 50 000-60 000 litres. La surface d'exposition des bactéries à l'oxygène était augmentée par un matériau de remplissage dans la cuve, sur lequel les bactéries étaient immobilisées. Le processus était réalisé à 27-30°C et un serpentin de refroidissement dans la cuve était utilisé pour éviter la surchauffe (28).

Les inconvénients associés au processus du générateur étaient le risque élevé de colmatage dû à la croissance des bactéries productrices de cellulose dans le générateur et l'accumulation de bactéries mortes. Un autre inconvénient observé était une perte relativement élevée d'éthanol par évaporation qui rendait difficile la production de vinaigre à forte concentration en acide acétique (27).

Fermentation submergée

Elle est actuellement la méthode de production la plus courante. Elle améliore les conditions générales de fermentation comme l'aération, l'agitation, le chauffage, etc. Avec cette méthode, le moût est fréquemment aéré et brassé ; parallèlement les fermenteurs sont équipés d'un dispositif permettant de maintenir une température optimale pendant le processus de fermentation (30). Les bactéries sont en suspension dans le milieu, contrairement au procédé traditionnel et au générateur. La capacité du système d'aération est de briser les bulles d'air et de faciliter ainsi le transfert d'oxygène du milieu aux bactéries. Il s'agit d'une étape essentielle pour prévenir la mort des cellules d'acétobactéries (31). Elle fournit une aération rapide et efficace.

2.1.5 Place du vinaigre dans nos sociétés actuelles

L'utilisation du vinaigre pour aromatiser les aliments est vieille de plusieurs siècles (15). Qu'il soit produit naturellement pendant la fermentation ou ajouté intentionnellement, le vinaigre retarde la croissance microbienne et apporte des propriétés sensorielles à un certain nombre d'aliments (15). Dans l'industrie alimentaire, le vinaigre est principalement utilisé comme acidulant, mais il a également de nombreuses autres applications dans la transformation des aliments (30). En plus d'être acheté/consommé seul, on trouve du vinaigre dans divers aliments transformés, notamment les sauces à salade, la mayonnaise, la moutarde, le ketchup, les conserves, les marinades... (30).

Selon le bulletin nutritionnel Suisse de 2021, « un petit nombre de denrées alimentaires n'a pu être classé dans aucun des six groupes de la pyramide alimentaire Suisse, notamment le vinaigre » (32). En général, les quantités utilisées ne contribuent que très peu aux apports en micronutriments (32). Aucune donnée fiable quant à la consommation alimentaire par habitant n'existe à ce jour en Suisse. Les principaux contributeurs aux apports restant cependant le vinaigre liquide (vinaigrette, sauce, marinade), ainsi que les condiments (ketchup, mayonnaise, pickles...) dans lesquels il est ajouté par les industriels (32).

2.1.6 Composition nutritionnelle

Les vinaigres sont composés de 90% d'eau et présentent une valeur énergétique négligeable d'environ 100kJ/100g (20 kcal/100g) (11). Ils contiennent environ 5% d'acide acétique, des quantités variables d'acides de fruits, des matières colorantes, des sels et des produits de fermentation leur conférant une saveur et un arôme caractéristiques (11). Les autres composants du vinaigre comprennent des vitamines, des sels minéraux (magnésium et potassium notamment), des acides aminés, des composés polyphénoliques (p. ex. l'acide gallique, la catéchine, l'acide caféique, l'acide férulique) et des acides organiques non-volatils (tartrique, citrique, malique, lactique) (27,33).

L'acide acétique est un acide organique naturellement présent dans le vinaigre mais également produit sous forme d'acétate (forme estérifiée) par certaines bactéries du microbiote intestinal (11,34). Il présenterait certains bénéfices pour la santé, notamment en ce qui concerne la gestion de la glycémie, de l'insulinémie et le degré de sensibilité à l'insuline (35). Par ailleurs, il contribuerait à augmenter la sensation de satiété et améliorerait ainsi la gestion du poids (35).

Les polyphénols représentent une autre catégorie de molécules bioactives (36). Ce sont des molécules naturellement présentes « dans les aliments végétaux tels que les fruits, les légumes, les grains entiers, le thé ou encore le vin » (36). Ils sont connus pour leurs propriétés antioxydantes et ont suscité un intérêt croissant en raison de leurs potentiels effets bénéfiques sur la santé. Ainsi, ils joueraient un rôle dans la prévention des maladies chroniques telles que les maladies cardiovasculaires, le diabète de type 2 (DT2) ou encore l'obésité (36). Toutefois, ces observations restent à confirmer. En effet, il subsiste des difficultés quant à savoir quelle molécule est responsable de tel ou tel bénéfice sur la santé, notamment car celles-ci sont souvent nombreuses à être présentes en même temps (36). De plus, la biodisponibilité de ces molécules est très variable en fonction de leur structure chimique, leur source alimentaire ou encore de la composition du microbiote intestinal de l'individu les ingérant (37). Ainsi, elle peut s'avérer très basse (37). Les polyphénols n'atteignent donc les tissus qu'à des concentrations très faibles, qui peuvent ne pas être pertinentes d'un point de vue physiologique (36).

2.2 Obésité et maladies cardiométaboliques

2.2.1 Obésité

Définition

L'obésité est un excès de masse grasse et une modification du tissu adipeux entraînant des inconvénients pour la santé (38).

État des lieux

Elle touche aujourd'hui la quasi-totalité des pays sur la planète. Selon l'OMS, les adultes en surpoids représentent 39% et 13% sont obèses dans le monde (38). Le nombre de cas d'obésité a par ailleurs été multiplié par trois depuis 1975 (38).

Conséquences

L'obésité est à l'origine de diverses maladies cardiométaboliques, notamment le DT2 (38). Elle augmente aussi le risque d'athérosclérose et d'hypertension artérielle car elle cause une inflammation des artères (38). Enfin, elle augmente aussi le risque de développer une dyslipidémie, des maladies du foie (comme la stéatose hépatique non-alcoolique) ou encore certains cancers (38).

Les complications associées à l'obésité sont à l'origine d'au moins 2,8 millions de décès chaque année (38). Ce qui fait du surpoids et de l'obésité la cinquième cause de mortalité la

plus fréquente dans le monde (38). De nombreuses données probantes plaident en faveur des interventions nutritionnelles en tant que stratégies de première ligne pour la prise en charge des maladies chroniques et métaboliques (38–40)

Étiologie

Les causes de l'obésité sont complexes et résultent de différents facteurs (alimentaires, génétiques, épigénétiques et environnementaux), ayant tous un rôle dans le développement et la progression de cette maladie chronique (38). L'émergence récente de l'obésité est généralement imputable aux changements de régime alimentaire et d'activité physique (38). Au niveau alimentaire, on note depuis plusieurs années une augmentation de la taille des portions ainsi que de la densité énergétique des plats, notamment à cause de l'omniprésence d'une alimentation industrielle facile d'accès (38). À cela s'ajoute une augmentation de la sédentarité en lien avec une évolution des loisirs (télévision, jeux vidéo), l'utilisation de moyens de transports pour les déplacements du quotidien ; le tout induisant une diminution des dépenses énergétiques quotidiennes (38). Cependant, le stress et la composition du microbiote intestinal sont aussi à incriminer (38).

2.2.2 Syndrome métabolique

Définition

En pratique, le syndrome métabolique (MetS) se caractérise par un tour de taille élevé (en raison d'un excès de graisse abdominale), une hypertension, une glycémie à jeun anormale ou une résistance à l'insuline et une dyslipidémie (tableau 1) (41).

L'obésité est un des principaux facteur de risque pour les différentes composantes du MetS. En effet, le risque de diabète est positivement corrélé avec l'IMC (42). Toutefois, toutes les personnes en situation d'obésité ne développent pas forcément une résistance à l'insuline (43). C'est avant tout l'obésité abdominale qui est le plus fréquemment associée à l'intolérance au glucose (44).

Plus l'IMC est élevé plus le risque de développer une hypertension augmente. Ce risque est 1,6 fois plus élevé pour un IMC de 25 à 30 , de 2,5 à 3,2 fois plus élevé pour un IMC de 30 à 35 et de 3,9 à 5,5 fois plus élevé pour un IMC > 35 (42). D'autre part, les hypertendus en comparaison avec les normo-tendus ont une tendance à l'intolérance au glucose (44).

La relation entre l'obésité et l'élévation des niveaux totaux de cholestérol sanguin est quant à elle moins importante. En revanche, il existe une corrélation positive entre l'IMC, les niveaux de triglycérides. Par ailleurs, l'augmentation de l'IMC est aussi associée à une diminution du HDL-cholestérol.

L'obésité est souvent associée au MetS, mais tous les obèses n'ont pas obligatoirement une résistance à l'insuline, une hypertension ou une hyperlipidémie. Le concept de MetS permettrait de déceler une catégorie d'obèses particulièrement à risques de développer un diabète ou des complications cardiovasculaires (45).

Tableau 1 : Différentes classifications du syndrome métabolique (45)

	OMS	ATP III	IDF
Obésité abdominale			
Homme	>0,90 cm	>102 cm	>94 cm
Femme	>0,85 cm	>88 cm	>80 cm
PA (mmHg)	>140/90	>130/85	>130/85
Glucose	>7 mmol, IGT, IFG	>5,6 mmol/l	>5,6 mmol/l
Triglycérides	>1,7 mmol/l	>1,7 mmol/l	>1,7 mmol/l
HDL cholestérol			
Homme	<0,9 mmol/l	<1,03 mmol/l	<1,03 mmol/l
Femme	<1 mmol/l	<1,29 mmol/l	<1,29 mmol/l

IGT : intolérance au glucose, IFG : anomalie de la glycémie à jeun, PA : pression artérielle
ATP : Adult treatment panel ; IDF : International diabetes federation

État des lieux

Dans le cadre de l'étude internationale Monica coordonnée par l'OMS, trois centres Français (Inserm de Lille, de Toulouse et le Laboratoire Universitaire d'Epidémiologie de Strasbourg) ont estimé la prévalence du MetS en France à 22,5% chez les hommes et 18,5% chez les femmes (46).

Conséquences

Ces désordres métaboliques augmentent grandement le risque de développer des maladies cardiovasculaires, notamment des accidents vasculaires cérébraux (AVC) ou un DT2.

2.2.3 Diabète de type 2

Définition

Le diabète est une maladie chronique où la production d'insuline par le pancréas est insuffisante ou une diminution de l'efficacité de son utilisation (47). L'insuline est une hormone dite hypoglycémiante, raison pour laquelle le diabète se définit principalement par des hyperglycémies récurrentes (47).

État des lieux

En France, la prévalence du diabète était de 5% en 2016 et le DT2 correspondait à 90% des cas. Chiffres à interpréter prudemment, puisqu'il ne prend pas en compte les individus non traités ou non diagnostiqués, sachant que ceux-ci représentent près de 20 à 30% des adultes diabétiques (47).

L'incidence du DT2 augmente avec l'âge et se manifeste généralement au-delà de 40 ans (48). Comme cette maladie est silencieuse, du moins dans ses débuts, elle est généralement diagnostiquée aux alentours de 65 ans (48). L'incidence maximale se situe entre 75 et 79 ans, affectant ainsi 20% des hommes et 14% des femmes à ces âges (48). Toutefois, le DT2 touche des individus de plus en plus jeunes (48).

La prévalence de la maladie a elle aussi beaucoup augmenté sur les dernières décennies. Les populations des zones les moins favorisées d'un point de vue socio-économique sont les plus touchées (47,48). Cette augmentation s'explique en partie par le vieillissement de la

population. En revanche, les mauvaises habitudes alimentaires et la sédentarité expliquent quant à elles l'expansion du surpoids/de l'obésité et donc du DT2 (47,48).

Conséquences

L'hyperglycémie chronique reste longtemps asymptomatique et la maladie se découvre généralement de façon fortuite ou lorsque des complications apparaissent (47,48). Au niveau physiologique, l'hyperglycémie se caractérise par une perturbation de l'utilisation de l'insuline dans certaines cellules, notamment celles des muscles, du foie et du tissu adipeux (47,48). Or, comme l'insuline facilite la pénétration du glucose (leur principal carburant) dans les cellules, l'organisme réagit à la demande accrue en en produisant davantage (47,48). Les cellules pancréatiques sécrétant l'insuline finissent par s'épuiser et mourir, entraînant à terme une diminution voire un arrêt de la production d'insuline (47,48). Le glucose ne parvient plus à pénétrer les cellules, et stagne alors dans le sang, provoquant l'hyperglycémie (47,48).

A long terme, l'hyperglycémie chronique entraîne de graves complications en favorisant le développement de l'athérosclérose, à l'origine d'infarctus du myocarde, d'AVC... (47,48). Celle-ci altère également les micro-vaisseaux, raison pour laquelle le diabète est aussi à l'origine de rétinopathies, de neuropathies périphériques, de néphropathies, de maladies hépatiques ou de problèmes de cicatrisation (47,48). Il peut aussi participer à une neurodégénérescence (47,48).

Étiologie

L'obésité représentant le facteur de risque de DT2 le plus important, on peut dire que celui-ci est causé par une alimentation déséquilibrée et un manque d'activité physique. D'autres facteurs sont à prendre en compte, tel que le microbiote intestinale. Bien qu'il « reflète le mode de vie (nutrition, médicaments, sédentarité) de son hôte [...] il peut lui-même constituer un facteur de risque et, dans certains cas, une cause directe de DT2 » (48).

2.2.4 Maladies cardiovasculaires

Définition

Les maladies cardiovasculaires sont des pathologies touchant le cœur et les vaisseaux sanguins. Les AVC et les infarctus sont principalement dus au blocage d'une artère empêchant le sang de circuler jusqu'au cœur ou au cerveau. La première cause est le dépôt de gras (athérosclérose) sur les parois des vaisseaux sanguins (49). Cette dernière est le dépôt d'une plaque composée principalement de lipides (plaque d'athérome) sur la paroi des artères. Ces plaques peuvent entraîner sur le long cours une sclérose, c'est-à-dire une lésion de la paroi, une obstruction du vaisseau ou se rompre (49).

État des lieux

Les maladies cardiovasculaires sont la première cause de décès dans le monde. Environ 17,7 millions de décès sont causés par des maladies cardiovasculaires, représentant ainsi 31% de la mortalité mondiale dont 6,7 millions sont dus à un AVC (49).

Conséquences

Les maladies cardiovasculaires exposent à de nombreuses complications aiguës ou chroniques notamment les infarctus du myocarde, les AVC, les insuffisances cardiaques, les atteintes des extrémités des membres inférieurs, les insuffisances rénales chroniques, ... (50).

Étiologie

Les facteurs de risque des infarctus et des AVC sont avant tout comportementaux (49). On y retrouve le tabagisme actif et passif, une alimentation déséquilibrée, l'obésité, l'inactivité physique ou encore la consommation abusive d'alcool (49). Ces mêmes comportements favorisent le développement de maladies métaboliques comme le diabète, l'hypertension artérielle et l'hyperlipidémie, eux aussi étant des facteurs de risque cardiovasculaire (49).

Les comportements à risque sont aussi favorisés par certains déterminants socio-économiques (49). Ainsi, les classes sociales avec un statut socio-économique bas sont plus à risque de développer des maladies cardiovasculaires, en effet, au niveau alimentaire, ces individus consomment davantage d'aliments riches en graisses et sucres raffinés, qui sont souvent moins chers et ainsi plus accessibles.

Il est possible de prévenir les maladies cardiovasculaires en se penchant sur les facteurs de risque comportementaux (tabagisme, alimentation déséquilibrée, sédentarité, consommation excessive d'alcool) à l'aide de stratégies de santé publique individuelles et populationnelles (51).

2.3 Indicateurs de la santé métabolique

Plusieurs indicateurs sont utilisés pour juger de la santé métabolique des individus. Parmi eux, on retrouve fréquemment les paramètres anthropométriques, lipidiques, glycémiques et la pression artérielle (52).

2.3.1 Paramètres anthropométriques

L'indice de masse corporelle

L'IMC correspond au poids divisé par la taille au carré et est exprimé en kg/m^2 (53). Il permet d'estimer le surpoids et l'obésité. Selon l'OMS, pour les adultes, une personne est considérée en surpoids lorsque son IMC est égal ou supérieur à 25 kg/m^2 et une personne est considérée obèse quand son IMC est égal ou supérieur à 30 kg/m^2 (40). L'IMC est une mesure rapide et facile à utiliser pour évaluer le surpoids et l'obésité d'une population adulte car les critères restent les mêmes indépendamment du sexe ou l'âge des individus. Cependant, il est important de garder en tête qu'il donne une indication approximative car il ne correspond pas totalement au même degré d'adiposité d'un individu à l'autre (p. ex. une personne très musclée peut être considérée comme en surpoids ou obèse alors qu'elle a très peu de masse grasse) (39).

Tableau 2 : Classification de l'IMC selon l'OMS (40)

IMC	Interprétation
<16,5	Dénutrition
16,5 – 18,4	Maigreur
18,5 – 24,9	Poids normal
25 – 29,9	Surpoids
30 – 34,9	Obésité grade 1
35 – 39,9	Obésité grade 2
40	Obésité grade 3

La hausse de l'IMC est associée à la présence du MetS. Il existe une relation entre l'IMC et le nombre de composants du MetS. En effet, plus l'IMC est élevé, plus il y a de risques d'avoir plusieurs paramètres cardiométaboliques altérés (54). Ce lien existe chez les sujets en surpoids ou obèses mais également chez les individus avec un poids dans les normes (54).

Une prise de poids légère s'associant à une augmentation du nombre de paramètres du MetS contribuera au développement de l'athérosclérose (54). Inversement, une perte de poids améliore le profil cardiométabolique et diminue le risque de syndrome métabolique (54). L'IMC est un facteur prédictif de la morbi-mortalité liée à de nombreuses maladies chroniques, comme le DT2 et les maladies cardiovasculaires (55).

Le périmètre abdominal

L'excès de graisse abdominal augmente les risques de maladies cardiovasculaires et de DT2 et s'évalue par la mesure du tour de taille (56). Une accumulation de graisse abdominale, entraîne un profil cardiométabolique moins favorable (56).

Tableau 3 : Valeurs seuils du tour de taille en fonction du sexe (60)

	Risque augmenté	Risque très élevé
Femme	>80 cm	>88 cm
Homme	>94 cm	>102 cm

Le rapport taille/hanche

Le rapport taille/hanche (T/H) est positivement corrélé à la mortalité, ainsi qu'aux maladies cardiovasculaires et au DT2 (57). Il s'obtient en divisant la circonférence de la taille par la circonférence des hanches, offrant alors une idée du degré d'obésité abdominale (57). Le rapport T/H est considéré comme à risque s'il est >1 pour les hommes et >0,85 pour les femmes (57).

La masse grasse

La masse grasse est la totalité des graisses se trouvant dans l'organisme d'un individu (58). L'accumulation de gras corporel est associée au MetS et à un risque accru de développer des maladies cardiovasculaires (58). La composition corporelle (masse grasse, masse maigre et eau) peut se calculer à l'aide d'appareils spécifiques telles que la bioimpédancemétrie (BIA) et la densitométrie (DXA) mais également la technique des 4 plis cutanés (uniquement pour la masse gras) (58).

Le pourcentage de masse grasse (adiposité) ne doit pas être interprété isolément, mais avec l'analyse d'un profil intégrant l'évolution de l'IMC et du poids. Les limites minimales d'adiposité se situent entre 12 à 15% pour les hommes (jusqu'à 20% selon les auteurs) et de 22 à 25% pour les femmes (jusqu'à 30% selon les auteurs) (58).

2.3.2 Paramètres lipidiques

Le principal facteur de risque des maladies cardiovasculaires est le LDL-cholestérol (59). Les TG ne sont pas un risque, mais une concentration importante de ces derniers est associée à une forte présence de lipoprotéines riches en cholestérol comme les VLDL (59). Une concentration élevée de LDL (dyslipidémie) augmente le risque d'infarctus. Au sein de la littérature scientifique, il est fréquent de voir les niveaux de LDL, TG, cholestérol et HDL exprimés en milligrammes par décilitre (mg/dl). Ainsi, pour obtenir ces valeurs en millimoles par litre (mmol/l), unité utilisée en Suisse, il est nécessaire de les multiplier par 0,0259 pour le LDL, HDL et cholestérol, ainsi que par 0,0113 pour les TG (60). Les normes selon les Hôpitaux Universitaires Genevois concernant les concentrations sériques en ces divers paramètres sont présentées ci-dessous (Tableau 4) (61) :

Tableau 4 : Valeurs seuils des paramètres lipidiques (61)

Marqueurs	Normes selon les Hôpitaux Universitaires Genevois
Cholestérol total	<5,2 mmol/L
LDL cholestérol	<2,6 mmol/L (<100 mg/dl) pour les personnes à risque élevé <1,8 mmol/L (<69 mg/dl) pour les personnes à risque très élevé (infarctus du myocarde / athérosclérose)
HDL cholestérol	>1 mmol/L (> 38 mg/dl) chez l'homme >1,3 mmol/L (50 mg/dl) chez la femme
Triglycérides	<1,7 mmol/L (<150 mg/dl)

2.3.3 Paramètres glycémiqes

La glycémie représente la quantité de glucose dans le sang (47). Elle est finement régulée par l'organisme afin de varier autour d'une valeur <5,6 mmol/l à jeun et < 7,8 mmol/l deux heures après un repas (Tableau 5) (62). Lorsque la glycémie augmente et est au-dessus de ces valeurs de référence, on parle d'hyperglycémie (47). L'hyperglycémie chronique endommage les vaisseaux sanguins et entraîne sur le long cours des complications comme un infarctus, un AVC, une rétinopathie/néphropathie/polyneuropathie diabétique (47). La glycémie capillaire et la glycémie à jeun sont des valeurs reflétant l'état glycémique d'un individu à un instant t. Leur comparaison à des valeurs de référence permet de détecter toute anomalie du métabolisme du glucose. Si ces valeurs sont exprimées en mg/dl il faut les multiplier par 0,0555 pour les convertir en mmol/L (60).

L'HbA1c (hémoglobine glyquée), est une autre valeur utilisée dans l'évaluation du métabolisme glucidique des individus (63). Exprimée en pourcentage, elle est le reflet de l'équilibre glycémique des trois mois précédents. Ainsi « un diabète est considéré comme équilibré si le taux d'HbA1c est inférieur ou égal à 7% » (63). Au-delà, le risque de développer des complications à long terme augmente. Pour indication, la Haute autorité de santé a émis des recommandations sur les objectifs cibles d'HbA1c selon le profil du patient :

- Diabète de type 2 (pour la majorité des cas) : inférieur à 7%
- Diabète de type 1 : entre 7% et 7,5%
- Personne en santé : 4 à 6% (64).

Tableau 5 : Valeurs seuils de la glycémie - diabète de type 2 (65)

	Glycémie normale	Indice éventuel d'un diabète	Diagnostic de diabète
Glycémie à jeun	<5,6 mmol/l	6,1 – 7,0 mmol/l 109,9-126 mg/dl	>7,0 mmol/l >126 mg/dl
Glycémie 2h après ingestion de 75g de glucose	<7,8 mmol/l	7,8-11,1 mmol/l 140,5-200 mg/dl	>11,1 mmol/l >200 mg/dl
HbA1c	<5,7%	5,7-6,5%	>6,5%

Le dernier paramètre glycémique intéressant à aborder est l'indice HOMA-IR (Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance en anglais). Celui-ci est utilisé pour évaluer le degré de résistance à l'insuline des divers tissus insulino-dépendant de l'organisme (65). L'équation la plus simple et la plus utilisée en pratique est la suivante : $HOMA-IR = (Glycémie \text{ à jeun en mmol/L}) \times (Insuline \text{ à jeun en mUI/L}) / 22,5$ (65). D'autres indices reposant sur « les mêmes

paramètres ont donné naissance à de nouveaux indices tel le QUICKI (Quantitative insulin sensitivity check index) mais qui n'apportent pas de réels avantages par rapport au HOMA » (65).

Plus l'indice HOMA-IR est élevé, plus la résistance à l'insuline est importante. Les valeurs de l'HOMA-IR varient en fonction de l'âge, du sexe et de l'IMC. On note une absence de consensus concernant la valeur pour laquelle l'insulino-résistance peut être envisagée. Cependant, des valeurs seuils allant de 1,6 à 2,4 semblent être le plus utilisé (66,67)

À noter que l'HOMA-IR est un indice d'insulinorésistance et non d'insulinosécrétion. La méthode la plus simple pour évaluer l'insulinorésistance est de mesurer l'insulinémie à jeun ou l'insulinémie postprandiale (68,69). L'insulinémie est cependant peu utilisée pour diagnostiquer les intolérances au glucose, la glycémie représentant le principal indicateur. De ce fait, il est difficile d'établir un consensus sur valeurs de référence pour l'insulinémie mais elle peut être utilisée pour estimer la sécrétion d'insuline chez les individus.

2.3.4 Pression artérielle

La pression artérielle est la pression exercée par le sang sur les parois artérielles. Elle permet l'évaluation de la force et la quantité de sang pompée par le cœur, ainsi que l'élasticité des artères (70,71). La pression artérielle se compose de deux éléments. Premièrement, la pression systolique, caractérisée par la contraction du ventricule gauche, moment où celle-ci est à son maximum. Ensuite, la pression diastolique, intervenant lorsque le cœur est au repos (entre deux battements). À ce stade, la pression est à son minimum (70,71).

Une pression anormalement élevée est appelée hypertension artérielle. Le diagnostic de l'hypertension est posé lorsque la pression systolique est supérieure à 140 mmHg et la pression diastolique supérieure à 90 mmHg (71). L'hypertension est liée à un nombre important de pathologies (l'athérosclérose, l'insuffisance cardiaque, l'AVC, l'infarctus du myocarde, des atteintes rénales...). En l'absence de traitement, l'hypertension peut être à l'origine de graves lésions cardiaques et des vaisseaux sanguins (70,71).

2.4 Intérêt de ce travail

En tant que diététiciens, nous jouons un rôle dans la prévention des maladies chroniques non-transmissibles, ainsi que l'amélioration et la gestion des paramètres cardiométaboliques chez les individus, notamment au travers de l'alimentation. Un aliment ayant retenu notre attention est le vinaigre. Notamment vis-à-vis de sa richesse en molécule bioactive et leurs potentiels bénéfiques sur la santé cardiovasculaire. Les effets du vinaigre sur la santé, et principalement sur la glycémie ont été mis en avant pour la première fois en 1988 par Ebihara et Nakajima (72). Cette étude menée sur des rats a démontré que la consommation alimentaire d'acide acétique diminuait la glycémie chez les sujets testés. Suite à ces découvertes, de nombreuses études ont cherché à tester l'effet du vinaigre sur des sujets humains ; les résultats restant cependant variables d'une étude à l'autre. L'intérêt pour le vinaigre grandissant au sein de la communauté scientifique, ses effets sur l'organisme et notamment sur la régulation des paramètres cardiométaboliques ainsi que la perte de poids ont fait l'objet de nombreuses études (72). L'augmentation du nombre d'études permet l'accès à d'importantes données probantes à ce sujet et nous offre un terrain d'étude propice à une revue parapluie.

3. Question de recherche

3.1 Question de recherche

La question à laquelle nous voulions répondre à l'aide de ce travail est la suivante :

« Chez l'adulte, la consommation alimentaire de vinaigre présente-t-elle des bénéfices et/ou effets néfastes dans la prévention et la gestion des troubles cardiométaboliques ? »

Afin de faciliter la recherche documentaire, celle-ci a été exprimée sous forme PICO :

- **P** : Adultes (individus âgés de 18 ans ou plus) avec ou sans troubles cardiométaboliques
- **I** : Consommation alimentaire de vinaigre
- **C** : Placebo ou rien
- **O** : (Amélioration/altération des) paramètres anthropométriques, lipidiques, glycémiques, de la pression artérielle, ainsi que (la présence ou l'absence d') effets secondaires

Dans l'objectif de fournir des recommandations pour la pratique, nous avons également investigué l'effet dose-réponse du vinaigre sur les outcomes présentés. Ainsi, cette question de recherche sera accompagnée de la question secondaire suivante :

« Chez l'adulte, quelles doses de vinaigre consommées quotidiennement sont les plus optimales pour obtenir un effet bénéfique sur les facteurs métaboliques ? »

3.2 Hypothèse

Au vu des savoirs actuels concernant les caractéristiques d'une alimentation dite « cardioprotectrice » et de la richesse du vinaigre en éléments bioactifs (minéraux, polyphénols, acides gras à chaîne courte) nous avons émis l'hypothèse que la consommation régulière de vinaigre présente des effets bénéfiques dans la prévention et la gestion des troubles cardiométaboliques *et peu d'effets secondaires*

3.3 Buts et objectifs

Le but de cette revue parapluie est de rechercher, présenter et analyser, toutes les données actuellement disponibles au sein de la littérature scientifique au sujet des effets du vinaigre alimentaire sur les paramètres cardiométaboliques chez l'adulte.

Nous nous sommes fixés comme objectifs de :

- Rechercher et inclure les revues systématiques traitant de ce sujet de la manière la plus exhaustive possible.
- Extraire et présenter les résultats issus de ces revues de manière fidèle.
- Évaluer la qualité des revues incluses afin d'en déduire le niveau de preuves des résultats obtenus.
- Analyser la littérature dans l'objectif de déterminer les doses et la durée de consommation de vinaigre nécessaires pour avoir des bénéfices ou des effets néfastes pour la santé.
- Présenter les limites de la littérature actuelle.
- Fournir des recommandations pratiques pour les professionnels de la nutrition, et présenter les perspectives de recherche dans le domaine concerné.

4. Méthode

4.1 Design

Comme indiqué précédemment, ce TBSc est une revue parapluie. Ce type de revue se définit comme une synthèse des revues systématiques (RS) et méta-analyses traitant d'un même sujet (73). A l'instar de la revue parapluie, la RS est une méthode de recherche compilant et synthétisant les données issues d'autres études (73). Cependant, celle-ci s'intéresse aux études dites « primaires » telles que les études interventionnelles ou observationnelles sur un échantillon donné (73). Selon Slim et Marquillier, on distingue deux types de RS :

- Les RS qualitatives exhaustives, mais ne permettant pas de calculer la taille de l'effet thérapeutique et ;
- Les RS quantitatives ou méta-analyses synthétisant les données de la littérature et permettant d'apprécier la taille de l'effet et l'hétérogénéité éventuelle entre les études incluses (73).

À la différence de la RS qualitative, la méta-analyse est une synthèse exhaustive, quantifiée, rigoureuse, et reproductible des données de la littérature. Les méta-analyses utilisent des tests statistiques spécifiques permettant de réduire le biais lié aux différences (parfois liées au hasard) des résultats des études incluses (73). Pour simplifier, on peut ainsi présenter la revue parapluie comme une synthèse de toutes les synthèses traitant d'un sujet donné.

Nous pensons pertinent d'utiliser ce format pour plusieurs raisons. Tout d'abord, il permet de rassembler une quantité très importante de données et de les synthétiser, facilitant leur accès et leur lecture pour tous. De plus, la revue parapluie demandant une méthodologie rigoureuse de sélection et d'extraction des données, ce TBSc devrait permettre la mise en avant des études et leurs résultats en fonction de leur pertinence, limitant ainsi les biais. Enfin, il nous semble redondant de réaliser une nouvelle revue sur le sujet car ce travail a été réalisé par d'autres auteurs à plusieurs reprises. À notre connaissance, aucune revue parapluie n'a été publiée, renforçant ainsi la pertinence de ce travail.

4.2 Stratégie de recherche documentaire

Afin de trouver et de sélectionner les revues à inclure dans ce travail, nous avons défini une stratégie de recherche documentaire en 2 étapes. La première étape consistait à choisir les diverses bases de données à utiliser pour rechercher des revues. Nous avons effectué nos recherches sur PubMed, Embase et Cochrane. Ces bases de données sont spécialisées dans le domaine de la santé, ainsi plus susceptibles de contenir les revues nous intéressant.

La seconde étape a été de définir une équation de recherche. Celle-ci a pour objectif de guider la recherche de littérature au sein des différentes bases de données explorées. Dans le but de cibler les études pertinentes, notre question de recherche a été divisée en 3 concepts : le vinaigre ; la consommation alimentaire et les facteurs métaboliques. Concernant la population ciblée ainsi que le design d'étude, ceux-ci n'ont pas été indiqués dans notre équation de recherche. En effet, ces deux concepts ont été sélectionnés au travers de filtres présents dans la section recherche de nos bases de données. Ainsi, ils ont été ajoutés à nos équations lors de la recherche. Afin de définir notre équation de recherche plus précisément, nous avons transformé les concepts en mots-clés en fonction de chaque base de données. Ce processus est détaillé dans le tableau suivant (tableau 1). Les mots-clés sélectionnés sont exprimés en anglais, langage de référence dans le monde biomédicale, et donc celui sur lequel reposent les bases de données utilisées.

Tableau 6 : Concepts tirés de la question de recherche et mots-clés associés

Concepts	Mots-clés		
	Embase	PubMed	Cochrane
Vinaigre	<i>“dietary acetic acid”, vinegar</i>	<i>“dietary acetic acid”, vinegar</i>	<i>“dietary acetic acid”, vinegar</i>
Consommation alimentaire	<i>diet, food, nutrition, consumption, supplementation</i>	<i>consumption, supplementation</i>	<i>consumption, supplementation</i>
<u>Outcomes :</u>			
Paramètres lipidiques	<i>lipid</i>	<i>lipid</i>	<i>lipid</i>
Paramètres glycémiques	<i>glycemic</i>	<i>glycemic, glycaemic</i>	<i>glycemic, glycaemic</i>
Pression artérielle	<i>blood pressure</i>	<i>blood pressure</i>	<i>blood pressure</i>
Paramètres anthropométriques	<i>weight, fat mass, body composition</i>	<i>weight, fat mass, body composition</i>	<i>weight, fat mass, body composition</i>

Au vu du nombre limité de revues systématiques portant sur le sujet et afin de ne pas limiter la recherche, ces termes ont été recherchés dans l'ensemble des documents (certaines recherches peuvent se limiter uniquement à l'abstract ou encore au titre). Par conséquent, chacun des termes de l'équation ont été recherchés dans l'ensemble du contenu des revues potentielles ; une stratégie qui nous a permis de trouver un nombre plus grand mais raisonnable d'études, en limitant le risque de manquer des RS intéressantes.

4.3 Équations de recherche

A partir des mots clés sélectionnés, nous avons défini les équations suivantes :

- **Embase** : ('dietary acetic acid' OR 'vinegar') AND (diet OR food OR nutrition OR consumption OR supplementation) AND (lipid OR glycemic OR weight OR 'blood pressure' OR 'body composition' OR 'fat mass') AND ([systematic review]/lim OR [meta analysis]/lim) AND [humans]/lim
- **PubMed** : (“dietary acetic acid” OR vinegar) AND (consumption OR supplementation) AND (lipid OR glycemic OR glycaemic OR weight OR “blood pressure” OR “body composition” OR “fat mass”)
Les filtres : humain, revues systématiques et méta-analyses ont été ajoutés à la recherche.
- **Cochrane** : (“dietary acetic acid” OR vinegar) AND (consumption OR supplementation) AND (lipid OR glycemic OR glycaemic OR weight OR “blood pressure” OR “body composition” OR “fat mass”)
Les filtres : revues systématiques et méta-analyses ont été ajoutés à la recherche.

Ces équations nous ont permis d'obtenir 16, 11, 11 résultats pour les bases de données Embase, PubMed et Cochrane Library.

4.4 Critères d'inclusion et d'exclusion

Parmi les résultats issus des équations de recherche, la sélection des études à inclure dans ce travail s'est faite sur la base de plusieurs critères d'inclusion et d'exclusion. L'objectif de ces critères était de nous permettre d'analyser uniquement les revues pertinentes pour nous aider à répondre à la question de recherche. Ainsi, les critères définis sont les suivants :

Critères d'inclusion

- Revues systématiques et/ou méta-analyses publiées en ligne
- Revues incluant des études interventionnelles qui testent l'effet de la consommation alimentaire de vinaigre sur les paramètres cardiométaboliques (paramètres anthropométriques, lipidiques et glycémiques, ainsi que la pression artérielle)
- Revues incluant des études sur tous les types de vinaigre
- Revues publiées en langue anglaise ou française
- Revues incluant des adultes ≥ 18 ans, indépendamment de leur genre et de leur état de santé

Critères d'exclusion

- Revues incluant seulement des études sur des animaux
- Revues incluant seulement des enfants ≤ 18 ans
- Littérature grise
- Littérature non publiée
- Tout autre type d'études n'étant pas des revues systématiques et/ou méta-analyses qui inclut des études interventionnelles (par ex. les revues systématiques sur des études observationnelles ou revues narratives sans sélection exhaustive des articles publiés).

4.5 Sélection des études

Après avoir éliminé les doublons issus de la recherche par équation, nous avons identifié indépendamment les articles pertinents pour ce travail. Une première sélection a été réalisée en se basant sur le titre et le résumé de chaque revue. Dans un second temps, les études restantes ont été lues intégralement et conservées si celles-ci respectaient les critères d'inclusion. L'une des neuf revues retenues après la lecture du titre et de l'abstract a été exclue car celle-ci était une revue narrative. En cas de désaccord relatif au processus de sélection, nous pouvions recueillir l'avis de notre directrice de TBSc. Le diagramme de flux détaillant l'ensemble du processus de sélection est présenté en Figure 3.

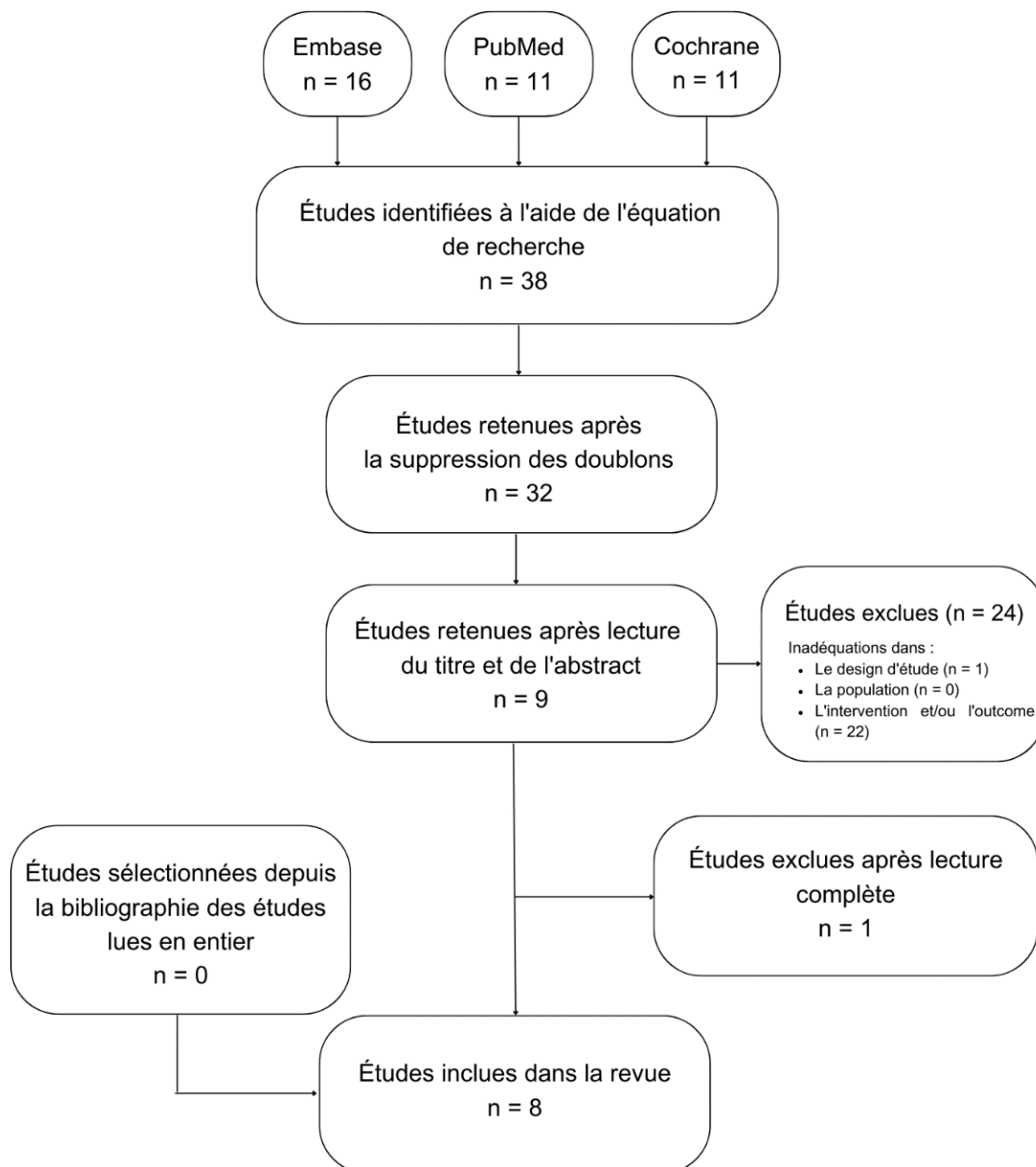


Figure 2. Processus de sélection des études

4.6 Évaluations de la qualité des études sélectionnées

La qualité méthodologique des 8 revues incluses dans le travail a ensuite été évaluée à l'aide de la JBI Critical appraisal checklist for systematic reviews and research syntheses (Cf. Annexe 1) (74). Le JBI adopte un point de vue particulier sur ce qui constitue une preuve et sur les méthodes utilisées pour synthétiser ces différents types de preuves au sein des RS. En accord avec cette vision plus large des preuves, le JBI a développé des théories, des méthodologies et des processus rigoureux pour l'évaluation critique et la synthèse de ces diverses formes de preuves afin d'aider à la prise de décision clinique dans le domaine des soins de santé, ce qui convenait parfaitement à nos revues (74).

Cette check-list se compose de 11 questions ayant pour but de guider l'évaluation des revues systématiques ou des méta-analyses. Pour chaque question, l'examineur peut répondre par « oui », « non » ou « incertain ». À cela s'ajoute une mention « sans objet », pouvant s'avérer appropriée dans de rares cas. En accord avec notre directrice de TBSc, il a été décidé que les

revues obtenant un nombre de oui ≥ 10 seraient jugées de bonne qualité. À l'inverse, les revues obtenant un nombre de oui < 10 seraient jugées comme étant de qualité moindre.

À l'instar du processus de sélection, nous avons tous deux évalué la qualité des revues incluses de manière indépendante, avant de mettre en commun les résultats. De cette manière, nous souhaitons minimiser les biais ou les erreurs systématiques dans la conduite de notre revue parapluie. Cependant, nous avons fait le choix de conserver toutes les études et ce peu importe leur qualité. Une partie est néanmoins dédiée à ce sujet afin de développer les résultats de ces évaluations, mais aussi de nuancer les résultats obtenus en fonction de la qualité de la revue de laquelle ils sont issus.

Pour la réalisation de cette étape, nous avons pris la décision de nous partager le travail en le séparant en deux, chacun a analysé 4 revues systématiques puis nous en avons discuté afin de s'assurer que nous étions d'accord avec les choix de l'autre (Cf. Annexe 2).

4.7 Extraction des données

Concernant l'extraction des données, nous effectués chacun cette tâche indépendamment. Nous avons par la suite mis en commun nos résultats afin de vérifier l'exhaustivité et l'exactitude des données extraites. En cas de données non-conformes, il avait été convenu de demander l'avis à notre directrice de TBSc.

4.8 Synthèse des données et présentation des résultats

De manière à harmoniser le processus d'extraction, nous avons construit divers tableaux synthétisant tous les types de données que nous souhaitons extraire des revues. Tout d'abord, un premier tableau a été créé afin de présenter les revues systématiques sélectionnées (tableau 2) ; il contient :

- Le nom des auteurs,
- L'année de publication,
- Le nom du journal ayant publié la revue,
- Le titre de la revue.

Par la suite, les résultats principaux de chaque revue ont été détaillés individuellement à l'aide de tableaux. En effet, les revues étant plutôt hétérogènes concernant les outcomes étudiés, la population ciblée ou encore l'intervention et le contrôle, synthétiser le tout dans un même tableau n'aurait pas été pertinent. Ainsi, chaque partie a été construite de manière à résumer les données extraites, apporter des informations complémentaires ne se prêtant pas à la présentation sous forme de tableau, et présenter les biais relatifs aux résultats significatifs obtenus. Les tableaux présents au sein de cette partie (tableau 4-18) contiennent :

- Le nom abrégé des auteurs et année de publication,
- Le(s) but(s) de la revue,
- Le nombre d'études incluses,
- Le design des études incluses,
- La taille totale de l'échantillon,
- Le type de population étudiée,
- La description de l'intervention / contrôle,
- Les outcomes étudiés,
- Les résultats,
- Le niveau d'hétérogénéité des résultats.

Au sein des tableaux, tout résultat présenté par les sigles ↓ ou ↑ ou Ø est statistiquement significatif, sauf indication contraire. Le seuil de significativité correspond à une valeur $p < 0,05$.

Au cours de cette synthèse, une notion est revenue fréquemment, celle d'hétérogénéité (I^2). L'hétérogénéité entre études est une notion capitale au sein d'une RS et des méta-analyses (75). Elle peut être déterminée statistiquement et prend la forme d'un pourcentage appelé I^2 (75). Ce pourcentage est le reflet de la différence entre les résultats des études analysées. Ainsi, lorsqu'il est trop élevé, c'est le signe que l'on a des résultats extrêmes, nous éloignant ainsi d'une distribution normale. Les résultats s'éloignant alors de la loi normale, il devient difficile de les sommer. En d'autres termes, on peut dire que les résultats des études ne concordent pas. Cela peut être dû à une multitude de biais, tel qu'un biais de publication, une méthodologie déficiente, une mesure incorrecte des résultats, etc. (75)

Selon Chevalier, van Driel et Vermeire, en présence d'une hétérogénéité, plusieurs attitudes sont possibles :

- Renoncer à une méta-analyse et se limiter à une synthèse méthodique ;
- Exclure les études apportant l'hétérogénéité, lors d'une analyse de sensibilité, tout en recherchant quelle composante de ces études induit l'hétérogénéité ;
- Rechercher les interactions entre les résultats observés et une ou plusieurs covariables, par une analyse en sous-groupes, par une modélisation de l'effet sur les données résumées des études ou en ayant recours à des modèles uni- ou multivariés sur les données individuelles des patients (76).

Malgré tout, ces méthodes présentent une limite, à savoir qu'elles ne peuvent que déboucher sur des hypothèses (76). En effet, ces méthodes viennent exposer les nouveaux résultats ainsi obtenus à de forts risques de biais (p. ex. en divisant en sous-groupes un échantillon aléatoire, on vient annuler les effets de la randomisation), limitant leurs niveaux de preuves (76). Pour ce travail, nous avons fait le choix de définir 3 niveaux de risques associés à l'hétérogénéité. Si I^2 était $< 25\%$, l'hétérogénéité a été considérée comme faible (75). Entre 25% et 50% l'hétérogénéité a été considérée comme modérée (75). Enfin, si I^2 était $> 50\%$, l'hétérogénéité a été considérée comme élevée (75).

Pour finir, un dernier tableau contenant les détails de toutes les études incluses au sein des revues systématiques a été réalisé pour que le lecteur qui le souhaite puisse avoir accès aux données primaires (Cf. Supplément 1).

5. Résultats

5.1 Caractéristiques des revues sélectionnées

Parmi les 8 études incluses dans ce travail, 7 d'entre-elles sont des revues systématiques et méta-analyses (77–83) et une étude est une RS uniquement qualitative (84). Leurs principales caractéristiques sont présentées dans le tableau suivant (Tableau 7).

Tableau 7 : Présentation des revues systématiques incluses

Auteurs	Année	Journal	Titre
Sohouli, et al.	2022	European Journal of Integrative Medicine	Effects of vinegar consumption on cardiometabolic risk factors: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials.
Cherta-Murillo, et al.	2022	The American Journal of Clinical Nutrition	The effects of SCFAs on glycemic control in humans: a systematic review and meta-analysis.
Shahinfar, et al.	2022	Complementary Medicine and Therapies	Dose-dependent effect of vinegar on blood pressure: A GRADE-assessed systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials.
Hadi, et al.	2021	BMC Complementary Medicine and Therapies	The effect of apple cider vinegar on lipid profiles and glycemic parameters: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials.
Valdes, et al.	2021	Journal of the American Academy of Nutrition and Dietetics	Effect of dietary acetic acid supplementation on plasma glucose, lipid profiles, and body mass index in human adults: a systematic review and meta-analysis.
Launholt, et al.	2020	European Journal of Nutrition	Safety and side effects of apple vinegar intake and its effect on metabolic parameters and body weight: a systematic review.
Cheng, et al.	2019	Journal of Advanced Nursing	A systematic review and meta-analysis: Vinegar consumption on glycaemic control in adults with type 2 diabetes mellitus
Shishehbor, et al.	2017	Diabetes Research and Clinical Practice	Vinegar consumption can attenuate postprandial glucose and insulin responses; a systematic review and meta-analysis of clinical trials.

Au total, ces revues rassemblent les données de 48 études interventionnelles traitant des effets du vinaigre sur divers paramètres de santé. Parmi ces études, 24 ont été incluses dans 2, ou plus, des 8 revues sélectionnées pour ce travail. Leur contenu est détaillé dans le tableau mentionné précédemment (Cf. Supplément 1).

5.2 Qualité des revues sélectionnées

La qualité méthodologique des RS incluses dans le travail a été évaluée à l'aide de la JBI Critical appraisal checklist for systematic reviews and research syntheses (Cf. Annexe 1) (74). Parmi les 8 revues systématiques, 6 ont été jugées de bonne qualité et 2 comme étant de moindre qualité. Les critères ayant reçu un « non » ou la mention « incertain » lors de notre évaluation sont :

- Le n°2, jugeant de l'adéquation des critères d'inclusion avec la question de recherche.
- Le n°3, jugeant de la qualité de la stratégie de recherche.

- Le n°6, évaluant si l'analyse de la qualité des études a été effectuée par au moins deux évaluateurs indépendants.
- Le n°7, évaluant les méthodes mises en place afin de minimiser les erreurs lors de l'extraction des données.

Ainsi, la revue de Valdes et al. (81) s'est vu attribuer un « *non* » au critère n°7, car l'extraction des données n'a été effectuée que par un individu. Un second ayant été en charge de « vérifier » ces données. De plus, la stratégie d'extraction n'est pas détaillée. Concernant la revue de Launholt et al. (84), le critère n°2 n'a pas été respecté car les critères d'inclusions ne correspondaient pas complètement à la question de recherche. En effet, la revue voulait évaluer les effets du vinaigre sur les paramètres métaboliques et le poids, ces outcomes ne sont pas mentionnés dans les critères d'inclusion. En ce qui concerne le critère n°7, il a reçu la mention « *incertain* » car les auteurs n'ont pas détaillé leur méthode d'extraction des données.

Enfin, la revue de Shishehbor et al. (83) s'est vu attribuer un « *non* » au critère n°3 car elle ne sélectionnait que des études publiées entre 2000 et 2016 ; ce qui peut les avoir conduits à manquer des études pertinentes. En ce qui concerne le critère n°6, il a reçu la mention « *incertain* » car les auteurs n'ont pas expliqué si l'analyse de la qualité des études avait été effectuée par au moins 2 évaluateurs indépendants. Malgré un score de 9 « *oui* », les revues de Launholt et al. (84) et Shishehbor et al. (83) restaient d'une qualité acceptable.

5.3 Résultats notables des revues

5.3.1 Sohoul et al. (77)

Au sein de cette revue, 11 essais randomisés contrôlés (RCT) comportant 12 groupes de traitement ont été inclus. Quatre études ont été menées en Iran, trois au Pakistan, deux aux États-Unis, une en Corée et une au Japon. Les études ont été publiées entre 2009 et 2019. L'âge des participants à l'étude était compris entre 18 et 65 ans, avec une répartition à peu près égale entre hommes et femmes. Trois études ont été menées sur des individus en bonne santé, 3 sur des individus avec un DT2, 3 autres sur des individus obèses ou en surpoids et enfin 2 études ont inclus des patients souffrant d'hyperlipidémie légère.

Concernant l'intervention, la plupart des études utilisaient du vinaigre de cidre. Cependant, plusieurs études ont utilisé du vinaigre de dattes, de miel, de vin ou encore de grenade. Une étude a réalisé une double intervention en associant le vinaigre (30 ml/jour) à un régime hypocalorique, comparant cette intervention aux effets (sur les outcomes considérés) d'un régime hypocalorique seul.

Tableau 8 : Données extraites de la revue de Sohoul, et al.

Auteurs + date	Buts	Population (groupes)	Description de l'intervention / contrôle ou de l'observation	Types d'outcomes	Résultats
Sohouli et al. (2022)	Évaluer les effets de la consommation de vinaigre sur les facteurs de risque cardiométaboliques chez l'adulte.	<u>Caractéristiques</u> : Adultes (> 18 ans) <u>Groupes étudiés</u> : ▶ Sains ▶ DT2 ▶ Surpoids/Obésité ▶ Dyslipidémie modérée	<u>Durée</u> : 4 à 12 semaines <u>Intervention</u> : Consommation de vinaigre pur (15 à 30 ml) ou boisson à base de vinaigre. <u>Contrôle</u> : Eau, placebo non spécifié, rien, gélule de vinaigre faiblement dosée, boisson d'acide lactique	<u>Paramètres anthropométriques</u> : poids, masse grasse, IMC, tour de taille <u>Paramètres lipidiques</u> : CT, HDL, LDL, TG <u>Paramètres glycémiques</u> : glycémie à jeun, HbA1c, HOMA-IR, insulínémie à jeun	Outcomes <u>Groupes étudiés</u> : ▶ Tous ↓ poids, IMC, CT, LDL, glycémie à jeun, HbA1c Ø insulínémie à jeun, HOMA-IR, tour de taille, masse grasse Effets secondaires N'ont pas été investigués.
	Nombre d'études incluses				
	11				
	Design des études incluses				
	Essais randomisés contrôlés				
	Taille totale de l'échantillon				
	Non spécifié				

Ø absence d'effet sur ; DT2 diabète de type 2 ; CT cholestérol total ; HDL lipoprotéines de haute densité ; LDL lipoprotéines de faible densité ; TG triglycérides ; HOMA-IR indice de résistance à l'insuline ; HbA1c hémoglobine glyquée

Au niveau des résultats, l'analyse de l'ensemble des études a montré que (77) :

- La diminution du poids et de l'IMC, variables étudiées dans 6 études, était en moyenne 0,73 kg ($p = 0,046$) et 0,39 kg/m² ($p = 0,028$).
- La diminution des niveaux de CT et LDL était en moyenne de 18,7 mg/dl ($p = 0,018$) et 21,37 mg/dl ($p = 0,01$).
- La diminution des niveaux d'HbA1c et de la glycémie à jeun était en moyenne de 0,67% ($p = 0,048$) et 9,36 mg/dL ($p = 0,001$).

Une sous-analyse sur l'impact de la durée de l'intervention envers les outcomes étudiés a été menée. Il a été constaté qu'une consommation de vinaigre >8 semaines était associée à des diminutions statistiquement plus importantes du poids corporel et de l'IMC, alors qu'aucune association significative n'a été trouvée dans le sous-groupe de ≤ 8 semaines. Aucune différence significative n'a été trouvée pour les autres variables entre

ces deux sous-groupes. Aucune analyse de sous-groupe n'a été menée pour la masse grasse, le tour de taille et les niveaux d'HbA1c car la durée d'intervention de toutes les études tombait dans le même sous-groupe. Les effets secondaires n'ont pas été investigués dans cette revue.

L'hétérogénéité des résultats obtenus est présentée ci-dessous (77) :

Tableau 9 : Niveaux d'hétérogénéité des résultats significatifs obtenus dans la revue de Sohoul, et al.

Résultats	Poids	IMC	CT	LDL	HbA1c	Glycémie à jeun
Groupes étudiés						
Tous	I ² = 17,6%	I ² = 60,7%	I ² = 96,1%	I ² = 97,1%	I ² = 92,8%	I ² = 88,4%

■ I² < 25% ; ■ I² = 25-50% ; ■ I² > 50%

Concernant la qualité des études incluses, celle-ci a été déterminée à l'aide du Cochrane Risk of Bias Tool for Randomized Controlled Trials. Selon cet outil, 6 études présentaient un risque de biais faible et 5 un risque peu clair (ce niveau de risque est donné lorsque les critères d'évaluation de la qualité d'une étude ne sont pas évaluables). Aucune étude ne vient à elle seule influencer de manière disproportionnée les résultats. Cependant, l'hétérogénéité des résultats était élevée et aucune analyse n'a été effectuée pour déterminer si ce résultat avait pour origine les doses ou types de vinaigre utilisés, ainsi que l'état métabolique des participants. Enfin, aucune preuve d'un biais de publication n'a été trouvée.

5.3.2 Cherta-Murillo et al. (78)

Au sein de cette revue, les études incluses présentaient divers types d'interventions impliquant des acides gras à chaîne courte. L'acide acétique étant l'acide gras à chaîne courte le plus présent au sein du vinaigre, les études utilisant ce produit ont fait l'objet d'une analyse ciblée et sont présentées ci-dessous. L'analyse de ces études a été divisée en deux parties, la première incluant les études ayant évalué les effets aigus (< 24h) du vinaigre sur les paramètres considérés et la deuxième s'intéressant aux effets chroniques (> 24h). Ainsi, la majorité des études incluses utilisaient du vinaigre de cidre. Le second vinaigre le plus utilisé lors des interventions était le vinaigre blanc. Dans de rares études, on trouvait également du vinaigre de vin rouge, de dattes, de riz, de framboise ou de miel.

Tableau 10 : Données extraites de la revue de Cherta-Murillo et al.

Auteurs + date	Buts	Population (groupes)	Description de l'intervention / contrôle ou de l'observation	Types d'outcomes	Résultats
Cherta-Murillo et al. (2022)	Évaluer les effets des acides gras à chaîne courte, de l'acétate, du propionate et du butyrate sur le contrôle de la glycémie.	<u>Caractéristiques générales</u> : Humains <u>Groupes étudiés</u> : ▶ Sains ▶ Présentant un trouble métabolique (DT2 ou intolérance au glucose) ▶ DT2	<u>Durée</u> : De 24h à une durée indéterminée. <u>Intervention</u> : Consommation aiguë (sur 24h) ou chronique (> 24h) de vinaigre. <u>Contrôle</u> : Eau, placebo non spécifié ou rien.	<u>Paramètres glycémiques</u> : glycémie et insulémie à jeun, glycémie et insulémie PP, HbA1c, HOMA-IR	Outcome 1. Consommation aiguë <u>Groupes étudiés</u> : ▶ Sains : ↓ glycémie PP Ø insulémie PP ▶ Présentant un trouble métabolique : ↓ glycémie PP Ø insulémie PP 2. Consommation chronique <u>Groupes étudiés</u> : ▶ Tous (analyse groupée) : Ø glycémie et insulémie à jeun ▶ DT2 : ↓ HbA1c Ø HOMA-IR ▶ Sains : ↓ HOMA-IR Effets secondaires N'ont pas été investigués.
	Nombre d'études incluses				
	43 dont 20 portant sur le vinaigre				
	Design des études incluses				
	Essais randomisés contrôlés en parallèle et croisés. Essais cliniques en parallèle et croisés.				
	Taille totale de l'échantillon				
	550				

Ø absence d'effet sur ; DT2 diabète de type 2 ; PP post prandial ; HOMA-IR indice de résistance à l'insuline ; HbA1c hémoglobine glyquée

Intervention aiguë

Les 14 études portant sur les effets aigus de la consommation de vinaigre se sont intéressées à la glycémie PP chez des individus sains, dont 7 chez des individus présentant un trouble métabolique (DT2 ou intolérance au glucose). Cinq des études portant sur des volontaires sains et 6 des études portant sur des volontaires non-sains ont également fait l'objet d'une méta-analyse pour la réponse insulinaire PP.

La diminution de la glycémie PP observée chez les sujets sains, et celle observée chez les individus présentant un trouble métabolique était en moyenne de 0,27 ($p = 0,05$) et 0,53 ($p = 0,01$), correspondant à une taille d'effet faible pour la première et modérée pour la seconde (78).

Intervention chronique

Six études portaient sur les effets chroniques de la consommation de vinaigre. Parmi elles, toutes ont étudié la glycémie à jeun, 3 ont étudié l'insulinémie à jeun, 2 ont étudié l'HbA1c chez des personnes atteintes de DT2 et 3 ont étudié le degré de résistance à l'insuline à l'aide de l'indice HOMA-IR.

Au niveau des résultats (78) :

- La diminution des taux d'HbA1c chez les individus avec un DT2 était en moyenne de 7% et 9% par rapport à la valeur initiale, pour des doses de 15 et 20 ml de vinaigre par jour pendant un mois ou 10 semaines.
- La diminution de l'HOMA-IR chez les sujets sains était en moyenne de 8% après 8 semaines d'intervention. Cependant, aucun effet significatif n'a été observé après 4 semaines.
- Trois études ont fait état d'effets indésirables à la suite de l'intervention, mais seulement une a déclaré un cas de nausées, maux d'estomac et céphalées.

Les effets secondaires pour les interventions chroniques et aiguës n'ont pas été investigués dans cette revue.

L'hétérogénéité des résultats obtenus est présentée ci-dessous (78) :

Tableau 11 : Niveaux d'hétérogénéité des résultats significatifs obtenus dans la revue de Cherta-Murillo et al.

Résultats		Glycémie PP	Insulinémie PP	Glycémie à jeun	Insulinémie à jeun	HbA1c	HOMA-IR
Groupes étudiés							
Aigu	Sains	I ² = 66,2%					
	Présentant un trouble métabolique	I ² = 53%					
Chronique	DT2					Non-renseigné	
	Sains						Non-renseigné

■ I² < 25% ; ■ I² = 25-50% ; ■ I² > 50%

Concernant la qualité des études portant sur le vinaigre, 13 présentaient un risque de biais élevé et 7 un risque de biais modéré. Le niveau de preuve relatif aux résultats sur la glycémie PP, l'insulinémie PP, la glycémie à jeun et l'insulinémie à jeun, a été défini comme très faible. Une certitude très faible indique que les auteurs ont très peu confiance dans l'estimation de l'effet ; l'effet réel étant susceptible d'être très différent de celui obtenu. Il est aussi bon de noter que les résultats concernant l'HbA1c et l'HOMA-IR ne concernent que 2 études chacun.

5.3.3 Shahinfar et al. (79)

Au sein de cette revue, les études incluses ont été publiées entre 2009 et 2019. Deux d'entre elles ont été menées au Pakistan, une en Iran et l'autre au Japon. Les participants aux études sont âgés de 44 à 51 ans et présentaient tous des maladies cardiométaboliques. Concernant l'intervention, les vinaigres utilisés sont le vinaigre de cidre et le vinaigre de dattes.

Tableau 12 : Données extraites de la revue de Shahinfar et al.

Auteurs + date	Buts	Population (groupes)	Description de l'intervention / contrôle ou de l'observation	Types d'outcomes	Résultats
Shahinfar et al. (2022)	Évaluer les effets du vinaigre sur la pression artérielle chez les adultes souffrant d'HTA.	<u>Caractéristiques générales</u> : Adultes (>18 ans) <u>Groupes étudiés</u> : ▶ Surpoids/obésité ▶ DT2 ▶ Dyslipidémie ▶ DT2 + dyslipidémie	<u>Durée</u> : 7 à 12 semaines. <u>Intervention</u> : Consommation de vinaigre Dose allant de 15 à 30 ml/j <u>Contrôle</u> : Placebo non-spécifié ou rien	Pression artérielle : Pression systolique et diastolique	Outcomes <u>Groupes étudiés</u> : ▶ Tous : ↓ pression artérielle systolique et diastolique Effets secondaires N'ont pas été investigués.
	Nombre d'études incluses				
	4				
	Design des études incluses				
	Essais randomisés contrôlés en parallèle et croisés.				
	Taille totale de l'échantillon				
	298				

Ø absence d'effet sur ; DT2 diabète de type 2 ; HTA hypertension artérielle

Au niveau des résultats, l'analyse de l'ensemble des études a montré que (79) :

- La diminution de la pression artérielle systolique moyenne était de 3,82 mmHg, ($p < 0,001$). Afin de prendre en compte le très faible nombre d'études, les auteurs ont utilisé une méthode d'ajustement, la méthode d'Hartung-Knapp. Cette méthode tient compte de l'incertitude liée aux estimations individuelles des études incluses, ainsi que de l'incertitude globale due à la variabilité entre les études afin d'améliorer la fiabilité des résultats (85). Après ajustement, la diminution ne s'avérait plus significative (-2,81 mmHg, $p = 0,14$).
- Pour chaque palier de 30ml/j de vinaigre, la pression artérielle systolique diminuait de 3,25 mmHg.
- La diminution de la pression artérielle diastolique moyenne était de 3,01 mmHg ($p < 0,001$). Après avoir effectué l'ajustement selon la méthode d'Hartung-Knapp, cet effet ne s'avérait plus significatif (-2,43 mmHg, $p = 0,27$).
- Pour chaque palier de 30ml/j de vinaigre, la pression artérielle diastolique diminuait de 3,33 mmHg.

Les effets secondaires n'ont pas été investigués dans cette revue.

L'hétérogénéité des résultats obtenus est présentée ci-dessous (79) :

Tableau 13 : Niveaux d'hétérogénéité des résultats significatifs obtenus dans la revue de Shahinfar et al.

Résultats Groupes étudiés	Pression systolique	Pression diastolique
Tous	$I^2 = 74,6\%$	$I^2 = 73,3\%$

■ $I^2 < 25\%$;
 ■ $I^2 = 25-50\%$;
 ■ $I^2 > 50\%$

Après analyse par sous-groupe, il semblerait que les patients atteints d'hyperlipidémie, les doses inférieures à 30 ml/jour, la durée inférieure à 10 semaines et le type d'intervention constituaient des sources potentielles d'hétérogénéité (pour les résultats sur la pression systolique). Seule la dose inférieure à 30 ml/jour semblait être source d'hétérogénéité pour les résultats concernant la pression diastolique.

Concernant la qualité des études incluses, le risque global de biais de 2 études a été jugé faible, tandis que celui des 2 autres a été jugé acceptable. Cependant, les études incluses présenteraient un biais de publication. Les auteurs ont par ailleurs relevé le fait que certaines données telles que l'utilisation de médicaments antihypertenseurs ainsi que la présence d'autres facteurs de risque cardiovasculaires n'avaient pas été suffisamment investigués par les études.

5.3.4 Hadi et al. (80)

Au sein de cette revue, les études incluses ont été publiées entre 2008 et 2019. Elles ont été menées en Iran ($n = 5$), aux États-Unis ($n = 1$), au Japon ($n = 1$), au Pakistan ($n = 1$) et en Tunisie ($n = 1$). L'âge moyen des participants s'élevait à 49,5 ans. Toutes ont inclus des participants de chaque genre, à l'exception d'une étude, qui ne mentionnait pas cette information. L'état clinique des participants différait d'une étude à l'autre : 5 essais portaient sur des patients diabétiques, 2 sur des participants obèses et/ou en surpoids, 1 sur des patients DT2 atteints de dyslipidémie et la dernière ne mentionnait pas l'état de santé des sujets.

Tableau 14 : Données extraites de la revue de Hadi et al.

Auteurs + date	Buts	Population (groupes)	Description de l'intervention / contrôle ou de l'observation	Types d'outcomes	Résultats
Hadi et al. (2021)	Évaluer les effets du vinaigre de cidre sur les profils lipidiques et paramètres glycémiques.	<u>Caractéristiques générales</u> : Adultes (>18 ans) <u>Groupes étudiés</u> : ▶ Surpoids/obésité ▶ DT2 ▶ DT2 + dyslipidémie ▶ Non-spécifié	<u>Durée</u> : Minimum 2 semaines. <u>Intervention</u> : Consommation de vinaigre de cidre Doses allant de 15 à 30 ml/j, dont 1 étude montant à 770 ml/j (valeur rapportée par la revue mais non-vérifiable dans l'étude originale qui est rédigée en langue étrangère). <u>Contrôle</u> : Eau, boisson non-spécifiée ou rien.	<u>Paramètres lipidiques</u> : CT, HDL, LDL, TG <u>Paramètres glycémiques</u> : glycémie et insulínémie à jeun, HbA1c, HOMA-IR.	Outcomes <u>Groupes étudiés</u> : ▶ Tous (analyse groupée) : ↓ CT, glycémie à jeun Ø TG, LDL, HDL, HbA1c, HOMA-IR, insulínémie à jeun ▶ DT2 avec ou sans dyslipidémie : ↓ CT, TG Ø glycémie à jeun, HbA1c ▶ Individus non-diabétiques : ↑ HDL ↓ glycémie à jeun Ø CT, TG, HbA1c Effets secondaires Brûlures d'estomac et « intolérance au vinaigre » rapportés dans 2 études.
	Nombre d'études incluses				
	9				
	Design des études incluses				
	Essais randomisés contrôlés				
	Taille totale de l'échantillon				
	686				

Ø absence d'effet sur ; DT2 diabète de type 2 ; CT cholestérol total ; HDL lipoprotéine de haute densité ; LDL lipoprotéine de faible densité ; TG triglycérides ; HbA1c hémoglobine glyquée ; HOMA-IR indice de résistance à l'insuline.

Au niveau des résultats sur les paramètres lipidiques, l'analyse de l'ensemble des études a montré que (80) :

- La diminution des concentrations sériques de CT, démontrée à l'aide de 8 études, était en moyenne de 6,06 mg/dL ($p = 0,02$)
- Malgré le manque de significativité des résultats sur les niveaux de TG, une tendance à la diminution a pu être observée. Celle-ci était en moyenne de 33,66 mg/dL ($p = 0,05$).

Afin de discerner la source de l'hétérogénéité, des analyses de sous-groupes ont été effectuées en fonction du profil métabolique des participants, de la dose de consommation de vinaigre de cidre et de la durée de l'intervention. Ces analyses ont montré une diminution significative des niveaux de cholestérol total et TG dans les études incluant des individus avec un DT2, utilisant des doses <15 ml/j et durant plus de 8 semaines. Une augmentation significative des niveaux de HDL a aussi été observée dans les études ayant recruté des non-diabétiques.

Au niveau des résultats sur les paramètres glycémiques, l'analyse de l'ensemble des études a montré que (80) :

- La diminution moyenne de la glycémie à jeun était 7,97 mg/dL ($p = 0,007$)
- Une diminution moyenne des taux d'HbA1C de 0,50 mg/dL ($p = 0,02$) a été observée. Cependant, une analyse de sensibilité a démontré que ce résultat était fortement influencé par une étude. Après exclusion de celle-ci dans l'analyse, la réduction de l'HbA1c ne s'avérait plus significative.

Au même titre que pour les paramètres lipidiques, les analyses par sous-groupe ont démontré que l'effet sur la glycémie à jeun n'était significatif que dans les études recrutant des non-diabétiques et dont la durée d'intervention était supérieure à 8 semaines. Les doses de vinaigre ingérées n'affectaient quant à elles pas la significativité des résultats, et ce, peu importe le groupe. Deux études ont rapporté des effets secondaires, tels que des brûlures d'estomac ou bien une « intolérance au vinaigre », en lien avec la supplémentation.

L'hétérogénéité des résultats obtenus est présentée ci-dessous (80) :

Tableau 15 : Niveaux d'hétérogénéité des résultats significatifs obtenus dans la revue de Hadi et al.

Résultats Groupe étudiés	CT	TG	Glycémie à jeun	HbA1c
Tous	$I^2 = 39\%$	$I^2 = 95\%$	$I^2 = 75\%$	$I^2 = 91\%$

■ $I^2 < 25\%$;
 ■ $I^2 = 25-50\%$;
 ■ $I^2 > 50$

Concernant la qualité des études incluses, 4 présentaient un risque élevé de biais et 5 un risque faible. L'analyse effectuée après exclusion des études une par une a montré qu'aucune n'influçait à elle seule la significativité des résultats, à l'exception de l'HbA1c. Les études ayant analysé les taux de TG, CT, HDL et HbA1c ne présentaient pas de biais de publication. C'était en revanche le cas pour les études ayant analysé les taux de LDL ainsi que la glycémie à jeun. Enfin, les auteurs de la revue relèvent que l'hétérogénéité entre les études restait élevée dans certains sous-groupes, et la plupart des études n'ont pas contrôlé l'apport alimentaire des participants (ce qui peut avoir entraîné l'omission de facteurs de confusion).

5.3.5 Valdes, et al. (81)

Au sein de cette revue, près de 80% (n = 13) des études incluses ont été menées dans des pays asiatiques. Les 20% restants aux Etats-Unis. Au sein de l'échantillon analysé, les participants étaient âgés de 23 à 72 ans et possédaient un IMC allant de 21,2 à 30 kg/m². Ceux-ci ont été divisés en sous-groupes pour l'analyse statistique, selon leurs profils métaboliques. Parmi les sous-groupes définis, 2 études portaient sur des personnes en bonne santé, 4 sur des participants en surpoids ou obèses métaboliquement sains, 3 sur des personnes souffrant de troubles métaboliques tels que le prédiabète, le MetS ou l'hypercholestérolémie, et 6 sur des personnes DT2. Une étude n'a pas indiqué l'état de santé des participants.

Concernant l'intervention, divers types de vinaigres ont été utilisés ; notamment du vinaigre de cidre, de miel, de grenade, de canneberge, de dattes rouges et de vinaigre blanc. Tous ont été consommés sous forme liquide, majoritairement lors d'un repas. Seule une étude a utilisé du kimchi fermenté, à hauteur de 300 g/jour, représentant la seule source d'acide acétique solide de cette revue. Parmi les études, 31% d'entre-elles (n = 5) n'ont pas précisé les doses d'acide acétique délivrées par l'intervention. Les interventions ont duré en moyenne 8 semaines.

Tableau 16 : Données extraites de la revue de Valdes, et al.

Auteurs + date	Buts	Population (groupes)	Description de l'intervention / contrôle ou de l'observation	Types d'outcomes	Résultats
Valdes et al. (2021)	Évaluer les effets d'une consommation alimentaire d'acide acétique sur les valeurs métaboliques et anthropométriques.	<u>Caractéristiques générales</u> : Adultes (>18 ans) <u>Groupes étudiés</u> : ► Sains ► Surpoids/obésité ► Présentant un trouble métabolique (MetS, prédiabète ou hypercholestérolémie) ► DT2 ► Non-spécifié	<u>Durée</u> : 4 à 12 semaines <u>Intervention</u> : Consommation d'une boisson à base de vinaigre ou de kimchi (1 étude). Doses allant de 750 à 3600 mg/j d'acide acétique (environ 10 à 45 ml/j de vinaigre) <u>Contrôle</u> : Placebo non-spécifié, comprimé d'acide acétique (faible dose) ou rien	<u>Paramètres anthropométriques</u> : % de masse grasse, IMC <u>Paramètres lipidiques</u> : HDL, LDL, TG <u>Paramètres glycémiques</u> : glycémie et insulïnémie à jeun, HbA1c, HOMA-IR.	Outcomes <u>Groupes étudiés</u> : ► Sains : Ø IMC, % masse grasse, TG, HDL, glycémie à jeun, LDL ► Surpoids/obésité : ↓ TG Ø IMC, % masse grasse, HDL, LDL, glycémie à jeun, ► Présentant un trouble métabolique : ↓ LDL ↑ HDL
	Nombre d'études incluses				
	16				
	Design des études incluses				
	Essais randomisés contrôlés				
	Taille totale de l'échantillon				

	910				Ø % masse grasse, glycémie à jeun, HbA1c ▶ DT2 : ↓ IMC, TG, glycémie à jeun Ø HDL, LDL, HbA1c Effets secondaires Aucun effet secondaire n'a été rapporté.
--	-----	--	--	--	---

Ø absence d'effet sur ; DT2 diabète de type 2 ; IMC indice de masse corporelle ; HDL lipoprotéine de haute densité ; LDL lipoprotéine de faible densité ; TG triglycérides ; HbA1c hémoglobine glyquée ; HOMA-IR indice de résistance à l'insuline.

Au niveau des paramètres anthropométriques, les analyses ont montré que (81) :

- La diminution de l'IMC observée chez des individus avec un DT2 était en moyenne de 2,40 kg/m² (p < 0,001). Celle-ci a été observée dans une seule étude, pour une consommation de 30 ml/j de vinaigre de cidre (soit environ 1800 à 2400 mg d'acide acétique) pendant 3 mois.

Au niveau des résultats sur les paramètres lipidiques, les analyses ont montré que (81) :

- La diminution des niveaux de TG chez les individus obèses ou en surpoids était en moyenne de 20.5 mg/dl (p = 0,001). Sur les 3 études ayant analysé cet outcome, seule une a constaté des réductions statistiquement significatives des niveaux de TG. Cet effet fut observé après 12 semaines d'intervention, pour une consommation de 1500 mg/j d'acide acétique (soit environ 20 à 25 ml de vinaigre concentré à 6-8%).
- La diminution des niveaux de TG chez les individus avec un DT2 était en moyenne de 7.37 mg/dL (p < 0,001).
- L'augmentation des niveaux de HDL chez des individus présentant un trouble métabolique fût observée dans une seule étude étudiant des individus avec une hypercholestérolémie ; elle était en moyenne de 4,10 mg/dL (p = 0,03), après une intervention de 8 semaines.
- La diminution des niveaux de LDL sériques chez des individus présentant un trouble métabolique (hypercholestérolémie) fût observée dans une seule étude étudiant des individus avec une hypercholestérolémie ; elle était en moyenne de 45,20 ng/dL (p < 0,001). Les doses utilisées étaient de 30 ml/j de vinaigre sur une période de 8 semaines.

Au niveau des résultats sur les paramètres glycémiques, les analyses ont montré que la diminution de la glycémie à jeun chez les individus avec un DT2 était en moyenne de 35.73 mg/dL (p = 0.01) (81). Aucune étude incluse au sein de cette revue n'a rapporté d'effets secondaires relatifs à la consommation d'acide acétique, quelle que soit sa source (81).

L'hétérogénéité des résultats obtenus est présentée ci-dessous (81) :

Tableau 17 : Niveaux d'hétérogénéité des résultats significatifs obtenus dans la revue de Valdes, et al.

Résultats	IMC	TG	LDL	HDL	Glycémie à jeun
Groupes étudiés					
Sains					
Surpoids/Obèses		I ² = 4%			
Anomalie métabolique					
DT2		I ² = 0%			I ² = 98%

■ I² < 25% ; ■ I² = 25-50% ; ■ I² > 50 ; ■ outcome étudié dans une seule étude

Au niveau de la qualité des études incluses, 10 d'entre-elles présentaient un risque de biais élevé et 4 un risque peu clair. Seules deux études portant sur des individus en surpoids ont été jugées comme présentant un faible risque de biais. Un risque de biais de publication a été attribué aux études portant sur les individus avec une anomalie métabolique, cette étude de faible qualité est à l'origine des résultats concernant le HDL et le LDL chez les individus présentant une hypercholestérolémie. Aucun biais de publication n'a été trouvé concernant les individus sains, en surpoids ou obèses et les individus avec un DT2. Concernant la diminution de l'IMC chez des individus avec un DT2, celle-ci n'a été observée que dans une étude, à laquelle on a associé un risque de biais peu clair. Enfin, l'hétérogénéité attribuée à la diminution de la glycémie chez les individus avec un DT2 vient là aussi fragiliser les résultats.

5.3.6 Launholt, et al. (84)

Au sein de cette revue, 10 des 13 études incluses étaient des RCT et 3 des essais cliniques non-randomisés. Cette RS est la seule revue de notre travail n'ayant pas menée de méta-analyse. Concernant l'intervention, le vinaigre principalement utilisé est le vinaigre de cidre pur ou dilué sous la forme d'une boisson à base de vinaigre. Deux études ont quant à elles utilisé des cornichons ayant mariné dans le vinaigre.

Tableau 18 : Données extraites de la revue de Launholt, et al.

Auteurs + date	Buts	Population (groupes)	Description de l'intervention / contrôle ou de l'observation	Types d'outcomes	Résultats
Launholt et al. (2020)	Évaluer les effets du vinaigre de cidre sur les paramètres métaboliques et le poids corporel, ainsi que la sécurité et les potentiels effets secondaires relatifs à son ingestion.	<u>Caractéristiques générales</u> : Humains <u>Groupes étudiés</u> : ▶ Sains ▶ DT1 ▶ DT2 + dyslipidémie ▶ Dyslipidémie ▶ DT2 ▶ Prédiabète ▶ Surpoids/obèse ▶ Non-spécifié ("non-obèses")	<u>Durée</u> : 4 jours à 12 semaines <u>Intervention</u> : Consommation de vinaigre de cidre ou cornichons marinés Dose allant de 15 à 60 ml/j <u>Contrôle</u> : Rien, eau, gélule de vinaigre faiblement dosée (300 à 800 mg), placebo non-spécifié, acide lactique, eau + saccharine, eau + 1,7% de vinaigre balsamique	<u>Paramètres anthropométriques</u> : poids, tour de taille, graisse viscérale <u>Paramètres lipidiques</u> : HDL, LDL, TG, CT <u>Paramètres glycémiques</u> : glycémie PP et à jeun, HbA1c, insulémie PP <u>Effets secondaires</u> : Tout effet indésirable pouvant être rapporté.	Outcomes <u>Groupes étudiés</u> ▶ Sains : Ø HbA1c, HDL, LDL, TG ▶ Surpoids/obèses : ↓ poids, circonférence de la taille, TG Ø LDL, HDL, insulémie PP, HbA1c, HOMA-IR ▶ Diabétique, prédiabétiques et non-spécifié : ↓ glycémie à jeun, glycémie PP ▶ Dyslipidémie : ↓ CT, TG, LDL Effets secondaires <u>Groupes étudiés</u> ▶ DT1 : hausse de la fréquence des hypoglycémies ▶ DT2 : mouvements intestinaux, augmentation de la fréquence des rots ou des gaz.
	Nombre d'études incluses				
	13				
	Design des études incluses				
	Essais randomisés contrôlés Essais cliniques non-randomisés				
	Taille totale de l'échantillon				
	520				

Ø absence d'effet sur ; DT2 diabète de type 2 ; DT1 diabète de type 1 ; IMC indice de masse corporelle ; CT cholestérol total ; HDL lipoprotéine de haute densité ; LDL lipoprotéine de faible densité ; TG triglycérides ; HbA1c hémoglobine glyquée ; HOMA-IR indice de résistance à l'insuline.

Au niveau des résultats ainsi que de la fiabilité des études incluses, nous avons pu relever que :

- Les données obtenues chez les individus obèses ou en surpoids proviennent d'une seule étude. Les effets du vinaigre sur cette population ont été observés pour des doses allant de 15 à 30 ml/j sur 12 semaines. Cependant, le risque de biais pour cette étude a été évalué comme peu clair.
- Au sujet de la diminution de la glycémie à jeun et PP, celle-ci a été démontrée dans 7 études différentes chez des individus principalement diabétiques ou prédiabétiques. Seule une étude comprenait un échantillon d'individus aux états de santé divers. Cet effet a été observé pour des doses moyennes de 30 ml de vinaigre par jour sur une période s'étendant de 4 jour à 12 semaines pour les plus longues. Au niveau des risques de biais, on retrouvait tout type d'étude, avec cependant une forte prédominance d'études à risque peu clair ou élevé.
- Les données obtenues chez les individus dyslipidémiques proviennent d'une seule étude. Ces effets ont été observés pour une dose de 60 ml/j de vinaigre sur 8 semaines. Cependant, cette étude présentait un risque de biais élevé.
- Concernant les effets secondaires, la hausse des fréquences des hypoglycémies chez les patients DT1 a été observée chez un seul patient, au sein d'une étude à fort risque de biais. Pour ce qui est de la tendance à une augmentation des sensations d'inconfort intestinal, celle-ci a été démontrée chez 50-56% des participants d'une étude à fort risque de biais chez des individus avec un DT2.
- Enfin, concernant les risques de biais, seulement 2 deux RCT ont été évalués comme ayant un risque faible. Les autres études présentaient un risque de biais peu clair ou élevé. Par ailleurs, comme il l'a été précisé plus tôt, 3 études n'étaient pas randomisées, ce qui vient renforcer le risque que des facteurs confondants influencent les résultats (84).

5.3.7 Cheng, et al. (82)

Au sein de cette revue, 5 des 6 études analysées ont été menées dans des pays asiatiques et l'une aux États-Unis. Toutes ont analysé les effets du vinaigre sur des individus adultes atteint de DT2. Concernant les interventions, trois études ont utilisé du vinaigre de cidre, une étude a utilisé du vinaigre de dattes, une étude a utilisé du vinaigre domestique (sans autre spécification) et une étude a utilisé du Ginsam. Le Ginsam est un vinaigre issu d'une plante, le ginseng. Celui-ci a été consommé sous la forme de gélule. C'est d'ailleurs la seule étude ayant utilisé ce mode d'administration, là où les autres ont utilisé un vinaigre liquide pur ou dilué dans l'eau.

Tableau 19 : Données extraites de la revue de Cheng, et al.

Auteurs + date	Buts	Population (groupes)	Description de l'intervention / contrôle ou de l'observation	Types d'outcomes	Résultats
Cheng et al. (2019)	Évaluer les effets du vinaigre sur la gestion de la glycémie à jeun, l'HbA1c comme résultats primaires et les paramètres lipidiques comme résultats secondaires.	<u>Caractéristiques générales</u> : Adultes (> 18 ans) <u>Groupes étudiés</u> : ► DT2	<u>Durée</u> : 2 jours à 12 semaines <u>Intervention</u> : Consommation de vinaigre ou gélules à base de vinaigre Doses allant de 1,5 à 30 ml/j <u>Contrôle</u> : Miel dilué dans l'eau, eau avec arôme de vinaigre artificiel, eau, pilule placebo, rien.	<u>Paramètres lipidiques</u> : HDL, LDL, TG, CT <u>Paramètres glycémiques</u> : glycémie à jeun, HbA1c, variation de l'HbA1c (dans les 2 groupes entre le début et la fin de l'intervention).	Outcomes <u>Groupes étudiés</u> ► DT2 : ↓ glycémie à jeun, CT, LDL Ø HbA1c, variation HbA1c, HDL, TG ► Types de vinaigre : On aperçoit de meilleurs effets dans les études utilisant du vinaigre de cidre. Effets secondaires N'ont pas été investigués.
	Nombre d'études incluses				
	6				
	Design des études incluses				
	Essais randomisés contrôlés				
	Etude quasi-expérimentale en double aveugle				
	Taille totale de l'échantillon				
	317				

Ø absence d'effet sur ; DT2 diabète de type 2 ; CT cholestérol total ; HDL lipoprotéine de haute densité ; LDL lipoprotéine de faible densité ; TG triglycérides ; HbA1c hémoglobine glyquée.

Au niveau des résultats :

- La diminution de la glycémie à jeun était en moyenne de 0,84 mg/dL ($p = 0,001$).
- Aucun effet significatif n'a été observé concernant les niveaux d'HbA1c. Cependant, une tendance vers la baisse a tout de même été démontrée (en moyenne -1,77% ; $p = 0,05$).

- Aucun effet significatif n'a été observé concernant les variations du niveau d'HbA1c. Cependant, une tendance vers la baisse à tout de même été démontrée (en moyenne -1,77% ; p = 0,10).
- La diminution des niveaux de CT et LDL s'élevait en moyenne à 13.82 mg/dL (p = 0,002) et 10.36 mg/dL (p = 0,02) (82).

Les effets secondaires n'ont pas été investigués dans cette revue.

L'hétérogénéité des résultats obtenus est présentée ci-dessous (82) :

Tableau 20 : Niveaux d'hétérogénéité des résultats significatifs obtenus dans la revue de Cheng, et al.

Résultats Groupes étudiés	CT	LDL	Glycémie à jeun
DT2	I ² = 0%	I ² = 42%	I ² = 77%

■ I² < 25% ; ■ I² = 25-50% ; ■ I² > 50

En ce qui concerne la qualité des études incluses, 50% présentaient un risque de biais de sélection, 33% un risque de biais de performance et 17% un risque de biais de déclaration. Ces risques ont été évalués comme peu clair à élevés. Les auteurs relèvent par ailleurs une absence de prise en compte de certains facteurs de confusion au sein des études. Parallèlement, les risques de biais d'attrition et de détection ont été évalués comme faibles pour les 6 études. Par ailleurs, aucune d'entre elles ne présentaient aussi un risque de biais de publication. En conclusion, la qualité globale des preuves relatives aux outcomes étudiés par l'ensemble de ces revues restait très faible, notamment en ce qui concerne la glycémie à jeun.

5.3.8 Shishehbor, et al. (83)

Au sein de cette revue, les échantillons variaient de 5 à 12 participants. Concernant les interventions, 7 études ont utilisé du vinaigre blanc, deux études ont utilisé du vinaigre de cidre, une étude a utilisé du vinaigre de vin et une étude a utilisé du vinaigre de raisin. Tous étaient consommés sous forme liquide lors des repas. Seuls les effets aigus ont été analysés. Les variables étudiées ici étaient la glycémie et l'insulinémie PP, notamment l'air se trouvant sous la courbe formée par ces deux variables, de 60 à 300 minutes après un repas. Ainsi, les chercheurs ont comparé ces valeurs lors d'un repas accompagné de vinaigre et lors d'un repas sans. Cette valeur est nommée AUC, signifiant « air sous la courbe ».

Tableau 21 : Données extraites de la revue de Shishehbor, et al.

Auteurs + date	Buts	Population (groupes)	Description de l'intervention / contrôle ou de l'observation	Types d'outcomes	Résultats
Shishehbor et al. (2017)	Évaluer les effets de la consommation de vinaigre sur la réponse glycémique PP, et dans un second temps, sur la réponse insulinaire PP.	<u>Caractéristiques générales</u> : Adultes (> 18 ans) <u>Groupes étudiés</u> : ▶ Sains ▶ DT2 ▶ Prédiabète (insulino-résistance ou intolérance au glucose) ▶ DT1	<u>Durée</u> : 60 et 300 minutes après ingestion d'un repas. <u>Intervention</u> : Consommation de vinaigre liquide + repas standardisé Doses allant de 10 à 50 g/j. <u>Contrôle</u> : Rien + repas standardisé	<u>Paramètres glycémiques</u> : Glycémie et insulémie PP AUC	Outcomes <u>Groupes étudiés</u> ▶ Tous : ↓ glycémie et insulémie PP ▶ Type de vinaigre : ↓ glycémie PP plus importante pour le vinaigre de cidre par rapport au vinaigre de vin blanc ▶ Profil métabolique : ↓ glycémie PP plus importante chez patient avec désordre métabolique (DT1, DT2 ou prédiabète)
	Nombre d'études incluses				
	11				
	Design des études incluses				
	Essais cliniques en schéma croisé				
	Taille totale de l'échantillon				
	204				Effets secondaires N'ont pas été investigués.

Ø absence d'effet sur ; DT2 diabète de type 2 ; DT1 diabète de type 1 ; AUC aire sous la courbe ; PP postprandial.

Les deux outcomes considérés ont d'abord été évalués de manière groupée, sans distinction du profil métabolique des participants (83). Les résultats entre études ayant été très hétérogènes, des analyses par sous-groupes ont par la suite été menées afin d'en trouver la cause (83). Ainsi, il a été démontré que le type de vinaigre utilisé et le profil métabolique était à l'origine de ces résultats (83). En effet, comme indiqué ci-dessus (tableau 15) la diminution de la glycémie PP était plus importante chez les patients avec un désordre métabolique et ceux consommant du vinaigre de cidre (83). La significativité des résultats était cependant conservée chez les individus sains ou ceux consommant d'autres types de vinaigres (83). Les effets secondaires n'ont pas été investigués dans cette revue.

L'hétérogénéité des résultats obtenus est présentée ci-dessous (83) :

Tableau 22 : Niveaux d'hétérogénéité des principaux résultats obtenus dans la revue de Shishehbor, et al.

Résultats Groupes étudiés	Glycémie PP	Insulinémie PP
Tous	$I^2 = 80,2\%$	$I^2 = 86,1\%$

■ $I^2 < 25\%$;
 ■ $I^2 = 25-50\%$;
 ■ $I^2 > 50$

L'hétérogénéité concernant la glycémie PP diminuait à 53,6% après l'exclusion d'une étude influençant fortement les résultats. Ceux-ci restant tout de même significatifs. Les doses utilisées quant à elles n'étaient pas la source de l'hétérogénéité. En ce qui concerne la qualité des études incluses, aucun biais de publication n'a été mis en évidence. De plus, toutes les études incluses étaient des essais contrôlés en cross-over, permettant de limiter les risques de biais relatif aux différences physiologiques entre les individus. Cependant, au vu de la forte hétérogénéité entre études lors de l'analyse groupée, l'interprétation des résultats doit rester prudente.

6. Discussion

6.1 Rappel du but de notre revue et des résultats saillants

Le but de notre revue parapluie était d'étudier l'impact (bénéfices et/ou effets néfastes) du vinaigre dans la prévention et la gestion des troubles cardiométaboliques en faisant une synthèse des connaissances actuelles à ce sujet. Nous souhaitions aussi évaluer l'effet dose-réponse de la consommation de vinaigre afin de déterminer les doses les plus efficaces à utiliser lors de la supplémentation, ainsi que les éventuels effets secondaires.

Les résultats ont suggéré que la consommation de vinaigre pourrait entraîner une diminution de certains paramètres :

- Glycémiques : glycémie à jeun et PP (77,78,80–84), HbA1c (77,78,80).
- Lipidiques : triglycérides (80,81,84), cholestérol total (77,80,82,84) et cholestérol LDL (77,81,82,84).
- De la pression artérielle systolique et diastolique (79).

En revanche, le vinaigre semble n'exercer aucun effet significatif sur les paramètres anthropométriques (poids, IMC, tour de taille et masse grasse), le cholestérol HDL, l'insulinémie à jeun et PP, ainsi que l'indice HOMA-IR.

Ces effets concerneraient aussi bien les individus sains, en surpoids/obèses, diabétiques ou encore présentant des troubles métaboliques. Cependant, on a pu observer davantage d'effets du vinaigre chez des individus diabétique ou présentant des troubles métaboliques en ce qui concerne les paramètres lipidiques et glycémiques.

Concernant les doses les plus optimales à utiliser pour une supplémentation, il semblerait qu'une dose d'au moins 15 ml/j soit nécessaire pour obtenir un effet ; avec des effets plus importants pour une quantité proche de 30 ml/j (vinaigre liquide pur).

Les doses susmentionnées pourraient présenter des effets plus optimaux pour des périodes de supplémentation comprises entre 8 et 12 semaines. Lors d'une consommation aiguë, une diminution de la glycémie PP a aussi été observée. Enfin, le type de vinaigre semblant avoir le plus d'effet est le vinaigre de cidre.

Les effets indésirables semblent rares et négligeables pour les quantités moyennes utilisées dans les interventions.

6.2 Analyse critique des résultats

Comme nous l'avons présenté à l'aide de la grille JBI, la qualité globale des RS sélectionnées était relativement bonne (Cf. Annexe 2) (74). Chaque revue a effectué une analyse et critique constructive de la qualité des études incluses. Toutes ont sélectionné des études interventionnelles, dont la majorité étaient des RCT. Par ailleurs, 7 des 8 revues que nous avons sélectionnées étaient des revues systématiques et méta-analyses. Ces analyses statistiques ont été possible grâce à la cohérence des méthodes d'analyse des différents outcomes. En effet, les études ont globalement mesuré les mêmes paramètres métaboliques, en ayant eu recours à des techniques de mesures objectives. De plus, les méthodes de mesures étaient relativement similaires entre les études, augmentant la pertinence à comparer les résultats. De ce fait, les RS ont pu présenter mais aussi synthétiser les résultats des revues et leurs niveaux de preuves associés, fournissant une idée plus concrète de ces valeurs et leur pertinence. Enfin, toutes ont présenté leurs limites et les perspectives pour de futures recherches.

Cependant, les résultats que nous avons présentés sont à interpréter avec précaution, en raison des nombreuses limites inhérentes aux études incluses dans les revues. La limite majeure au sein des RS était la présence récurrente et marquée d'études de faible qualité. En effet, chaque RS a évalué les risques de biais des études qu'elle a pu inclure. Ces risques étaient divisés en trois catégories de risque : faible, modérée ou peu clair, et élevé. Dans la majorité des RS se trouvaient autant voire davantage d'études présentant un risque de biais modéré (ou peu clair) à élever, que d'études à faible risque (figure 5). Ainsi, nous avons présenté dans le diagramme ci-dessous la répartition en pourcentage du risque de biais des études incluses dans chaque RS (figure 5). L'une des huit RS n'est pas représentée car elle n'avait pas effectué de méta-analyse, par conséquent de calcul de l'hétérogénéité.

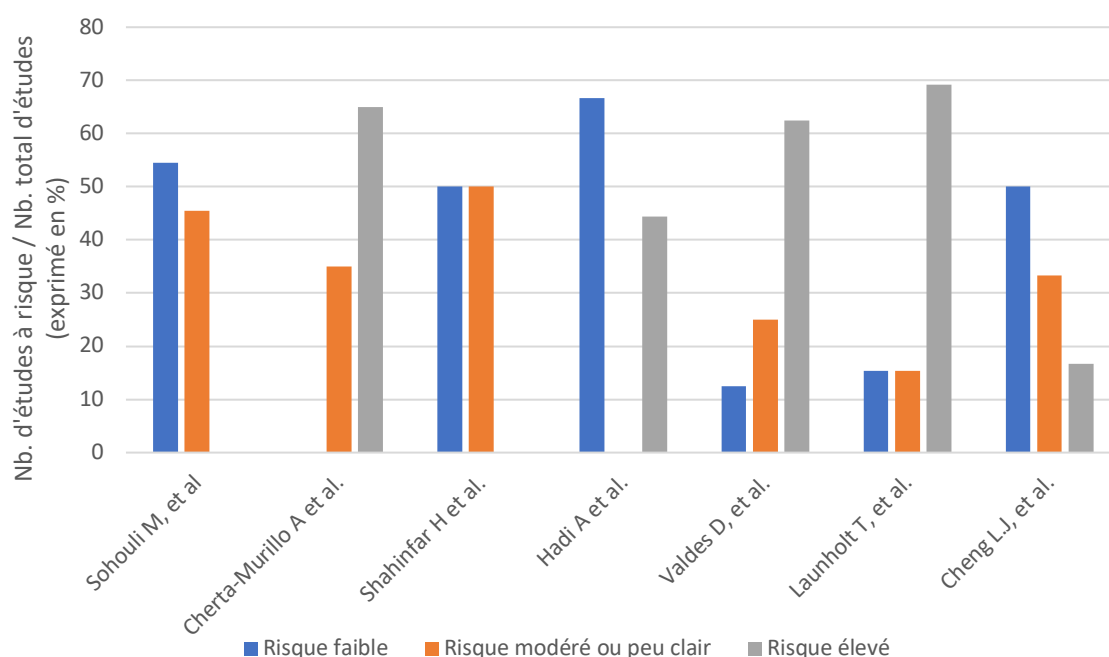


Figure 3. Pourcentage d'études incluses dans les RS qui présentaient un risque de biais faible, modéré ou élevé.

Bien que chacune des revues ait évalué de manière adéquate la qualité des études qu'elle a utilisées, il faut tout de même prendre en compte qu'une telle proportion de biais rend difficile l'établissement de liens de causalité. Ces biais inhérents aux études incluses provenaient généralement de la méthode de l'intervention ou du contrôle, ces derniers sont :

- Des doses de vinaigre pur peu précises (77),
- Des méthodes de mesure ou de présentation des résultats imprécises (78,83),
- L'utilisation de placebo contenant des éléments bioactifs, certains similaires à l'acide acétique du vinaigre (p. ex. l'acide lactique) (84),
- L'absence de prise en compte de certains biais de confusion (80–83). Il était récurrent que les études n'investiguent pas les habitudes alimentaires des participants. On peut aussi citer les études portant sur la pression artérielle, n'ayant pas investigué l'utilisation en parallèle de médicaments antihypertenseurs ou la présence d'autres facteurs de risque cardiovasculaires (79).

A ceci s'ajoute une forte proportion de biais de publication ou encore de sélection. Ensuite, on peut citer la forte hétérogénéité des études incluses. En effet, la plupart des revues incluses

sont restées larges au niveau de leurs critères d'inclusion. Elles ont été ainsi amenées à synthétiser et méta-analyser les données d'études très hétérogènes. Cette hétérogénéité se situait à plusieurs niveaux :

Tout d'abord, on peut citer le type de vinaigre utilisé. Sept RS ont analysé les effets de plusieurs types de vinaigres (77–79,81–84). Parmi elles, seules deux RS ont effectué des sous-analyses selon le type de vinaigre utilisé (82,83), ce qui n'est pas le cas pour le reste (77–81,84). Or, les vinaigres n'ont pas tous les mêmes concentrations en acide acétique et en polyphénols, éléments auxquels on attribuerait pourtant les effets sur les paramètres métaboliques. Ainsi, l'absence de sous-analyse entre les différents vinaigres utilisés aurait pu être source de l'hétérogénéité observée entre les résultats. Cette absence de sous-analyse a aussi limité la compréhension des effets, sur la santé cardiométabolique, des vinaigres les moins fréquemment utilisés.

Ensuite, on retrouve la variabilité dans les doses utilisées pour l'intervention. La majorité des RS ont inclus des études avec des doses variant fortement entre les études, allant en moyenne de 15 à 50 ml/j. Celles-ci auraient donc pu influencer l'hétérogénéité des résultats, notamment lorsqu'aucune sous-analyse n'a été effectuée afin de vérifier si ce paramètre était à l'origine de l'hétérogénéité (77,78,81). De plus, il faut noter que des doses beaucoup plus faibles ou beaucoup plus élevées que celles citées ci-dessus ont été utilisées uniquement dans quelques études, ne permettant pas de faire de sous-analyses ni de tirer de conclusions pour des faibles ou grands dosages (80,82). L'hétérogénéité globale a aussi été affectée par les biais des études.

Enfin, le nombre d'études incluses dans les RS était faible. Les revues ont inclus entre 6 à 20 études (10 en moyenne), dont les échantillons des études incluses eux aussi étaient petits (Cf. Supplément 1). Une faible quantité de données expose à une variabilité importante entre les résultats, des risques d'erreurs aléatoires et un manque de représentativité des participants vis-à-vis de la population cible (86).

6.3 Limites et forces de notre revue parapluie

Nous avons identifié deux principales limites dans notre revue qui auraient pu interférer dans les résultats. Tout d'abord, on peut citer le risque de non-exhaustivité concernant les RS incluses. En effet, nous nous sommes limités à 3 bases de données (Pubmed, Cochrane, Embase), en omettant d'autres bases de données qui auraient pu être intéressantes, notamment Scopus ou Web of sciences. De plus, selon Sandoz J.D. (bibliothécaire au centre de documentation des Caroubier), l'utilisation des filtres *humain*, *revues systématiques* et *méta-analyses* sur PubMed n'est pas totalement fiable. En effet, les revues très récemment publiées ne sont pas toujours associées aux filtres leur correspondant, pouvant nous avoir fait passer à côté de revues pertinentes.

La seconde limite concerne l'hétérogénéité des résultats. En effet, nos critères d'inclusion nous ont amenés à inclure des RS s'intéressant à des interventions, des groupes contrôle et des populations diverses, rendant complexe la synthèse. Toutefois, grâce à ces critères d'inclusion relativement larges, il a été possible de présenter les résultats pour différents sous-groupes de populations et d'établir un effet dose-réponse.

Concernant les points forts, on peut citer l'analyse de RS relativement récente, la plus ancienne ayant été publiée en 2017. Ceci a permis d'évaluer des RS dont la méthodologie était en adéquation avec les dernières recommandations (augmentant leur qualité), ainsi que de traiter les dernières découvertes concernant notre sujet. De plus, nous nous sommes concentrés sur des RS portant sur les humains, ce qui rend plus facile l'interprétation et augmente la pertinence des résultats.

Enfin, nous avons inclus aussi bien les personnes saines que les personnes présentant des troubles cardiométaboliques. Cette méthode nous a permis de relever et de présenter les différences entre ces deux groupes, offrant une double approche de prévention et de gestion des troubles cardiométaboliques.

6.4 Perspectives pour la recherche

À ce jour, notre analyse de la littérature ne permet pas de conclure sur un effet bénéfique de la consommation du vinaigre sur les paramètres métaboliques chez l'humain. En cause, des résultats issus d'études encore très hétérogènes et de faible qualité. Ces résultats offrent néanmoins de futures possibilités de recherches dans l'objectif de mettre en avant de réels liens de causalité. Ainsi, de futurs RCT de bonne qualité, recrutant de plus grands échantillons, sont nécessaires pour établir une évidence scientifique d'un bénéfice pour la santé.

Idéalement, ces études devraient avant tout mener une randomisation rigoureuse des participants. La méthode de randomisation devrait être définie en fonction de la taille de l'échantillon (87). Un petit échantillon nécessiterait d'utiliser une randomisation stratifiée ou par bloc, là où pour un grand échantillon une randomisation standard reste pertinente (87). A cela s'ajoute l'harmonisation des interventions en contrôlant précisément les doses de vinaigre utilisées. Le vinaigre sous forme liquide serait le plus adéquat dans le contrôle des apports, là où l'utilisation d'aliments solides rend les apports difficilement évaluables. À cela devrait s'ajouter l'utilisation d'un placebo ne contenant aucun élément bioactif susceptible d'influencer les résultats. En condition optimale, l'étude devrait être réalisée en double aveugle via l'utilisation d'un placebo aux qualités organoleptiques proches du vinaigre. Enfin, comme les biais de publication et de déclaration sont fréquemment revenus au sein de notre travail, nous conseillons aux futures études d'enregistrer et de publier leur protocole afin de réduire ce biais (88).

Concernant les RS et méta-analyses, celles-ci ne sont pas uniformes concernant les types de vinaigres, leurs doses et la sélection du placebo. Une attention particulière doit être prêtée envers l'uniformisation de ces éléments, au travers d'une question de recherche et de critères d'inclusions/exclusions ciblés.

Bien qu'ils ne fassent pas l'objet principal de ce travail, nous souhaitons relever que les mécanismes qui sous-tendent ces résultats sont encore peu clairs et nécessitent davantage de recherche. En effet, les études affirment que les propriétés hypoglycémiantes et hypolipémiantes du vinaigre pourraient être dues à :

- L'inhibition de certaines enzymes digestives (amylase et autres disaccharidases intestinales) (77,82)
- l'amélioration de la sensibilité à l'insuline (81,84)
- l'augmentation de la sécrétion d'insuline (77,80,81,84)
- un retardement de la vidange gastrique (77,80,83,84)
- la suppression de la production hépatique de glucose et de la lipogenèse (80,82,84)
- une augmentation de la sensation de satiété, et donc des apports quotidiens en énergie plus bas (81,84)

Concernant l'effet hypotenseur, celui-ci pourrait être dû à une augmentation de l'absorption du calcium provoqué par l'acide acétique qui influencerait le système rénine-angiotensine, principal régulateur de la pression artérielle (79). Le vinaigre étant relativement riche en potassium, ceci pourrait aussi contribuer à l'effet hypotenseur (89).

Outre les effets attribués à l'acide acétique, il serait aussi pertinent de s'intéresser davantage aux polyphénols, eux aussi très présents dans le vinaigre. Comme on a pu le voir en début de

ce travail, ils joueraient un rôle dans la prévention des maladies chroniques, notamment au vu de leurs potentiels bénéfiques sur la gestion des paramètres glycémiques, lipidiques et inflammatoires (90).

Cependant, la biodisponibilité de ces molécules est relativement faible pour expliquer les résultats observés (36,37). Il a néanmoins été démontré que la fermentation augmente la biodisponibilité des polyphénols, notamment dans le cas du vinaigre (91,92). La consommation de produits fermentés riches en polyphénols comme le vinaigre pourrait donc optimiser les bénéfices des polyphénols. En revanche, ce processus est encore mal compris et nécessite davantage de recherches, notamment en ce qui concerne :

- L'effet matrice des aliments, soit l'influence de la structure, de la composition et de la combinaison des nutriments présents dans les aliments sur leur absorption.
- Ainsi que les éventuelles interactions entre l'acide acétique et les polyphénols pouvant elles aussi influencer leurs biodisponibilités (91–93)

Enfin, il serait pertinent de s'intéresser au rôle du microbiote et de son interaction avec les composants du vinaigre. En effet, il est aujourd'hui démontré que la composition du microbiote influence et est influencée par l'état métabolique des individus (94,95). Les polyphénols moduleraient positivement la composition du microbiote, là où celui-ci pourrait améliorer leur biodisponibilité (96). Cependant, les études sur la modulation du microbiote par les polyphénols sont rares et présentent plusieurs limites.

6.5 Implication pour la pratique

Pour les professionnels de santé

À ce jour, nous manquons de données probantes pour prôner la consommation de vinaigre dans la population générale et les personnes présentant des troubles métaboliques. En ce qui concerne les diététiciens, le vinaigre ne peut être présenté comme une alternative à la prévention, ainsi qu'aux traitements nutritionnels et médicamenteux des maladies cardiométaboliques. Toutefois, il reste un aliment intéressant pour la santé notamment au vu des éléments qu'il contient, tels que l'acide acétique, les acides gras à chaîne courte, les polyphénols et les minéraux et les faibles risques d'effets secondaires liés à sa consommation.

Les polyphénols et les minéraux présents dans le vinaigre sont aussi très présents dans les fruits et légumes, aliments depuis longtemps associés au maintien d'une bonne santé cardiométabolique (97). Une utilisation adjuvante du vinaigre au sein d'une alimentation équilibrée peut être envisagée pour les patients/clients familiers avec ce produit. Les doses quotidiennes aux alentours des 30 ml seraient intéressantes car elles sont facilement consommables au quotidien, en tant que vinaigrette ou bien ingrédient dans une recette. Concernant le type de vinaigre, la composition varie selon la méthode de production, cependant la plupart des vinaigres sont riches en nutriments (98,99). Comme chacun est plus ou moins riche en certains éléments, varier la consommation s'avère intéressante.

Cependant, il faut être vigilant à la forme sous laquelle on consomme ce vinaigre. Si celui-ci provient d'une vinaigrette, aliment riche en graisse, l'apport supplémentaire en graisse peut être plus délétère que les potentiels bénéfiques apportés par le vinaigre. Il en est de même pour certaines boissons contenant du vinaigre, qui contiennent une grande quantité de sucre, utilisé pour neutraliser le goût aigre et l'acidité de ce produit. Ainsi, il est préférable de favoriser l'utilisation du vinaigre pur au sein d'une recette ou de s'orienter vers des vinaigres aromatisés pouvant être utilisés comme tel sur les aliments.

Nous conseillons aux professionnels de la nutrition d'être attentifs envers ce sujet, ainsi que son évolution dans les années à venir. Une fois l'action des polyphénols et de l'acide acétique

sur l'organisme clarifiée, le vinaigre pourrait constituer un moyen sûr et accessible d'aide au contrôle de la glycémie et des niveaux de cholestérol, paramètres cruciaux dans la gestion du MetS et des maladies qui lui sont associées.

À ce jour les conseils nutritionnels généraux pour favoriser une bonne santé cardiométabolique restent l'adoption d'une alimentation dite méditerranéenne (100,101). Cette alimentation se caractérise par un apport élevé en fibres, vitamines, minéraux, antioxydants, graisses de bonne qualité et pauvres en graisses saturées, sodium et sucres raffinés (100,101). Ainsi, la Société Suisse de Nutrition recommande la consommation journalière :

- Une petite quantité d'huile et de fruits à coque
- Trois portions de produits laitiers et une portion de viande/poisson/œufs ou protéines végétales (la quantité de viande consommée devrait idéalement ne pas dépasser 2 à 3 portions par semaine)
- Trois portions de produits céréaliers (de préférence complets), pommes de terre ou légumineuses
- Cinq portions de fruits et/ou légumes de couleurs variées
- Un à deux litres de boissons non-sucrées (eau, thé, café, etc.) (102)

Les sucreries, snacks salés, l'alcool et matières grasses animales ou ultratransformées comme le beurre, la crème ou la margarine devraient être consommés occasionnellement en petites quantités (102).

Une activité physique quotidienne, devrait être associée à une alimentation équilibrée afin de favoriser une bonne santé cardiovasculaire. Plus d'informations sont disponible ici (103).

Au niveau industriel

Pour les industries agro-alimentaires, il est encore trop tôt pour pouvoir attribuer au vinaigre des allégations de santé. Cependant, comprendre la synergie entre les polyphénols, l'acide acétique et les autres nutriments pourrait permettre de produire des vinaigres et aliments dérivés bénéfiques pour la santé. Auquel cas l'enjeu serait de développer des produits riches en minéraux, polyphénols et acides gras à chaîne courte, tout en limitant l'apport en sucres simples, sel et graisses.

Ainsi, l'utilisation du vinaigre sous forme liquide serait la plus indiquée, car il peut s'utiliser tel quel dans les préparations ou en assaisonnement. Produire des boissons à base de vinaigre pourrait aussi être une piste intéressante.

Comme le vinaigre de cidre semble offrir plus de résultats, il serait pertinent de se rapprocher de sa composition en acide acétique, soit 5 à 8% (98). Concernant la concentration optimale en polyphénols, celle-ci reste difficile à définir car elle varie énormément selon les méthodes de production et la matière première utilisée (75). Cependant, les vinaigres de fruits contenant davantage de polyphénols ceux-ci devraient être favorisés (75).

Enfin, dans l'optique de créer des produits à base de vinaigre (tels que les boissons), la portion quotidienne devrait apporter environ 30 ml de vinaigre pur.

7. Conclusion

Pour conclure, cette revue parapluie met en avant l'absence de données probantes concernant des effets importants du vinaigre sur la santé cardiométabolique chez des individus sains et présentant des troubles métaboliques. Celui-ci pourrait exercer des effets bénéfiques sur les paramètres glycémiques et lipidiques (mais pas anthropométriques) et sur la pression artérielle, profitant principalement aux individus présentant des troubles métaboliques. L'interprétation des résultats s'avère complexe au vu de la forte hétérogénéité entre les études et de la faible qualité de celles-ci, nécessitant de futures recherches pour confirmer ces premières hypothèses. Clarifier les effets du vinaigre et des éléments qui le composent, tels que l'acide acétique et les polyphénols est une étape nécessaire pour comprendre les mécanismes guidant vers de tels résultats. La consommation de vinaigre est une piste intéressante à développer ; toutefois, une alimentation équilibrée reste le socle majeur dans la prévention et la gestion des troubles cardiométaboliques.

8. Références

1. Organisation mondiale de la santé. Obésité [En ligne]. 2023 [cité 26 juin 2023]. Disponible sur : <https://www.who.int/fr/health-topics/obesity>
2. Andrey M, Girardin-Berdat S, Broglie D, Ruiz J. Recommandations nutritionnelles : quelle mise en pratique pour le syndrome métabolique ? Expérience lausannoise [En ligne]. 2004 [cité 26 juin 2023]. Disponible sur : <https://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse/2004/revue-medicale-suisse-2486/recommandations-nutritionnelles-quelle-mise-en-pratique-pour-le-syndrome-metabolique-experience-lausannoise#tab=tab-toc>
3. Johnston CS, Gaas CA. Vinegar : Medicinal uses and antiglycemic effect [En ligne]. 2006 [cité 26 juin 2023]. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1785201/>
4. Ali Z, Ma H, Wali A, Ayim I, Sharif MN. Daily date vinegar consumption improves hyperlipidemia, β -carotenoid and inflammatory biomarkers in mildly hypercholesterolemic adults [En ligne]. 2019 [cité 26 juin 2023]. Disponible sur : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210803319300119>
5. Shi Y, Wan Y, Wang K, Zhang Y, Liu Q. Can acetic acid substitute ethanol for the reduction of cardiovascular disease risks ? Eur J Prev Cardiol. 2017;24(17):1889-90. doi: 10.1177/2047487317732627.
6. Shi Y, An S, Wan Y, Yang F, Liu Q. How to best use acetic acid for the prevention of heart disease and cancer. Eur J Prev Cardiol. 2019;26(4):437-8. doi :10.1177/2047487318784356
7. Fairchain. Project overview [En ligne].2023 [cité 26 juin 2023]. Disponible sur : <https://www.fairchain-h2020.eu/>
8. Cogiterre. Cogiterre se présente [En ligne].2023 [cité 26 juin 2023]. Disponible sur : <https://cogiterre.ch/cogiterre-se-presente/>
9. FAO. Home | Food and Agriculture Organization of the United Nations [En ligne].2023 [cité 26 juin 2023]. Disponible sur : <https://www.fao.org/home/en>
10. RS 817.022.17 - Ordonnance du DFI du 16 décembre 2016 sur les denrées alimentaires d'origine végétale, les champignons et le sel comestible (ODALOV) [En ligne]. 2020 [cité 27 nov 2022]. Disponible sur : <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/181/fr>
11. Fredot E. Sciences des aliments, étude des aliments végétaux et autres groupes. Domont : Santé Diététique Editions; 2020.
12. Agriculture et agroalimentaire Canada. Le marché mondial du vinaigre [En ligne].2011 [cité 20 juin 2023]. Disponible sur : https://www.agrireseau.net/marketing-agroalimentaire/documents/marche_vinaigre_.pdf
13. Le journal des seniors. Vinaigre : propriétés, choix et bienfaits pour votre santé [En ligne]. 2021 [cité 14 juill 2023]. Disponible sur: <https://journaldesseniors.20minutes.fr/sante/bienfaits-vinaigre-sante/>
14. Thiébaux A. Vinaigre blanc et santé : poids, digestion, l'utiliser, dangereux ? [En ligne]. 2022 [cité 14 juill 2023]. Disponible sur: <https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-sante-du-quotidien/2828007-vinaigre-blanc-sante/>
15. Harvard T.H. Chan. Vinager [En ligne]. 2019 [cité 20 juillet 2023]. Disponible sur : <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/food-features/vinegar/#:~:text=It%20has%20been%20traced%20back,to%20ferment%20and%20turn%20sour.>
16. FAO/OMS. Commission du Codex alimentarius [En ligne]. 1987 [cité 14 juillet 2023]. Disponible sur: <https://www.fao.org>

17. Cruess V. Commercial fruit and vegetable products. New York: McGraw-Hill Inc; 1958
18. Yamada Y, Yukphan P. Genera and species in acetic acid bacteria. *Int J Food Microbiol.* 2008;125(1):15-24. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2007.11.077
19. Gullo M, Caggia C, De Vero L, Giudici P. Characterization of acetic acid bacteria in "traditional balsamic vinegar". *Int J Food Microbiol.* 2006;106(2):209-12. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2005.06.024
20. Joyeux A, Lafon-Lafourcade S, Ribéreau-Gayon P. Evolution of acetic acidbacteria during fermentation and storage of wine. *Appl Environ Microbiol.* 1984;48(1):153-6. doi: 10.1128/aem.48.1.153-156.1984.
21. Solieri L and Giudici P. Vinegars of the world. Verlag : Springer;2009. doi : 10.1007/978-88-470-0866-3_17
22. Nanda K, Taniguchi M, Ujike S, Ishihara N, Mori H, Ono H and al. Characterization of acetic acid bacteria in traditional acetic acid fermentation of rice vinegar (komesu) and unpolished rice vinegar (kurosu) produced in Japan. *Applied and Environmental Microbiology.* 2001;67:986-990. doi : 10.1128/AEM.67.2.986-990.2001
23. Pretorius I. Tailoring wine yeast for the new millennium: novel approaches to the ancient art of winemaking. 2000; 16(8):675-729. doi: 10.1002/1097-0061
24. Du Toit, W.J and Pretorius, I.S. The occurrence, control and esoteric effect of acetic acid bacteria in winemaking. *International Journal of Food Microbiology.* 2002;52:155-179.
25. Peppler HJ, Perlman D. *Microbial Technology, Vol. II: Fermentation Technology.* New York-San Francisco-London; 1979. doi: 10.1002/jobm.19810210923
26. Morales ML, Gustavo A, Gonzalez JA, Troncoso AM. Multivariate analysis of commercial and laboratory produced sherry wine vinegar: Influence of acetification and aging. *Journal of Food Technology.* 2001;212:676-682. doi : 10.1007/s002170100301
27. Tesfaye W, Morales ML, Garcia-Prailla MC, Troncoso AM. Wine vinegar : technology, authenticity and quality evaluation. *Trends in Food Science & Technology.* 2002;13:12-21. doi : 10.1016/S0924-2244(02)00023-7.
28. Raspor P, Goranovič D. Biotechnological applications of acetic acid bacteria. *Critical Reviews in Biotechnology.* 2008;28:101-124. doi : 10.1080/07388550802046749.
29. P Peppler HJ, Beaman RG. *Microbial technology.* Illinois: Reinhold Publishing Corporation. 1967.
30. De Ory, Romero L, Cantero D. Optimum starting-up protocol of a pilot plant scale acetifier for vinegar production. *Journal of Food Engineering.* 2002;52:31-37. doi: 10.1016/S0260-8774(01)00082-6.
31. Janssens D, Swings J. Taxonomy of acetic acid bacteria utilized for vinegar fermentation. *International Journal of Systematic Evolutionary Microbiology.* 2002; 52:1551. doi : 10.17113/ftb.56.02.18.5593.
32. Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires. Bulletin nutritionnel suisse 2021 [En ligne]. 2021 [cité 26 juin 2023]. Disponible sur : <https://www.blv.admin.ch/blv/fr/home/lebensmittel-und-ernaehrung/ernaehrung/schweizer-ernaehrungsbulletin/schweizer-ernaehrungsbulletin-2021.html>
33. Natera R, Castro R, Garcia-Moreno M, Hernandez M, Garcia-Barroso C. Chemometric studies of vinegars from different raw materials and processes of production. *J Agric Food Chem.* 2003;51:3345–3351. doi : 10.1021/jf021180u.

34. Morrison DJ, Preston T. Formation of short chain fatty acids by the gut microbiota and their impact on human metabolism. *Gut Microbes*. 2016;7(3):189-200. doi : 10.1080/19490976.2015.1134082.
35. Santos HO, De Moraes WMAM, Da Silva GAR, Prestes J, Schoenfeld BJ. Vinegar (acetic acid) intake on glucose metabolism: A narrative review. *Clin Nutr ESPEN*. 2019;32:1-7. doi : 10.1016/j.clnesp.2019.05.008.
36. Rana A, Samtiya M, Dhewa T, Mishra V, Aluko RE. Health benefits of polyphenols: A concise review [En ligne]. 2022 [cité 26 juin 2023]. Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jfbc.14264>
37. Di Lorenzo C, Colombo F, Biella S, Stockley C, Restani P. Polyphenols and Human Health: The Role of Bioavailability. *Nutrients*. 2021;13(1):273. doi : 10.3390/nu13010273.
38. Inserm. Obésité : une maladie des tissus adipeux [En ligne]. 2019 [cité 14 juillet 2023] Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/obesite/>
39. Organisation Mondiale de la Santé. Obésité et surpoids [En ligne]. 2020 [cité 14 juillet 2023]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
40. Wharton S, Lau DCW, Vallis M, Sharma AM, Biertho L, Campbell-Scherer D, et al. Obesity in adults: a clinical practice guideline. *CMAJ*. 2020;192(31):875-891. doi: 10.1503/cmaj.191707.
41. Youdim A. Syndrome métabolique [En ligne]. 2021 [cité 11 juillet 2023]. Disponible sur: <https://www.msmanuals.com/fr/professional/troubles-nutritionnels/ob%C3%A9sit%C3%A9-et-syndrome-m%C3%A9tabolique/syndrome-m%C3%A9tabolique>
42. Must A, Spadano J, Coakley EH, Field AE, Colditz G, Dietz WH. The disease burden associated with overweight and obesity. *JAMA*. 1999;282(16):1523-9. doi: 10.1001/jama.282.16.1523.
43. McLaughlin T, Allison G, Abbasi F, Lamendola C, Reaven G. Prevalence of insulin resistance and associated cardiovascular disease risk factors among normal weight, overweight, and obese individuals. *Metabolism*. 2004;53(4):495-9. doi: 10.1016/j.metabol.2003.10.032.
44. Martin RC, Pan D, Ruiz J. Syndrome métabolique : syndrome fourre-tout des patients obèses ou entité spécifique ? Quel traitement : hygiène de vie ou polypill ? *Rev Médicale Suisse*. 2008;4:366-373. Disponible sur: <https://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse/2008/revue-medicale-suisse-143/syndrome-metabolique-syndrome-fourre-tout-des-patients-obeses-ou-entite-specifique-quel-traitement-hygiene-de-vie-ou-polypill#tab=tab-read>
45. Isomaa B, Almgren P, Tuomi T, Forsén B, Lahti K, Nissén M, Taskinen MR, Groop L. Cardiovascular morbidity and mortality associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Care*. 2001;24(4):683-9. doi: 10.2337/diacare.24.4.683.
46. Fédération Française de Cardiologie. Zoom sur le syndrome métabolique [En ligne]. 2016 [cité 11 juillet 2023]. Disponible sur: <https://fedecardio.org/je-m-informe/zoom-sur-le-syndrome-metabolique/>
47. Organisation Mondiale de la Santé. Rapport mondial sur le diabète [En ligne]. 2016 [cité 21 juin 2023]. Disponible sur: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/254648>
48. Inserm. Diabète de type 2 : un trouble du métabolisme principalement lié au mode de vie [En ligne]. 2017 [cité 14 juillet 2023]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/diabete-type-2/>

49. Organisation Mondiale de la Santé. Maladies cardiovasculaires [En ligne]. 2017 [cité 14 juillet 2023]. Disponible sur: [https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
50. Inserm. Athérosclérose : une évolution lente, mais parfois dramatique [En ligne]. 2017 [cité 14 juillet 2023]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/atherosclerose/>
51. Ministère de la Santé et de la Prévention. Maladies cardiovasculaires [En ligne]. 2022 [cité 14 juillet 2023]. Disponible sur: <https://sante.gouv.fr/soins-et-maladies/maladies/maladies-cardiovasculaires/article/maladies-cardiovasculaires>
52. Hassanabadi M, Mirhosseini S, Mirzaei M, Namayandeh S, Beiki O, Gannar F, et al. The Most Important Predictors of Metabolic Syndrome Persistence after 10-year Follow-Up: YHHP Study. *Int J Prev Med*. 2020;11(1):33. doi : 10.4103/ijpvm.IJPVM_215_18.
53. Organisation Mondiale de la Santé. Obésité et surpoids [En ligne]. 2020 [cité 20 juin 2023]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
54. Pataky Z, Bobbioni-Harsch E, Golay A. Les modifications minimales du poids corporel influencent le profil cardio-métabolique. *Rev Med Suisse*. 2012;-2(334):670-2. Disponible sur: <https://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse/2012/revue-medicale-suisse-334/les-modifications-minimales-du-poids-corporel-influencent-le-profil-cardio-metabolique#tab=tab-toc>
55. Zhu S, Wang Z, Heshka S, Heo M, Faith MS, Heymsfield SB. Waist circumference and obesity-associated risk factors among whites in the third National Health and Nutrition Examination Survey: clinical action thresholds. *Am J Clin Nutr*. 2002;76(4):743-9. doi: 10.1093/ajcn/76.4.743.
56. Hôpitaux Universitaires de Genève. Mesure du tour de taille pour les adultes [En ligne]. 2019 [cité 14 juillet 2023]. Disponible sur: <https://www.hug.ch/contrepoids/tour-taille-pour-adultes>
57. Organisation mondiale de la santé. Obesity : preventing and managing the global epidemic : report of a WHO consultation [En ligne]. 2000 [cité 14 juillet 2023]. Disponible sur: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42330/WHO_TRS_894.pdf
58. Haute Autorité de Santé. Obésité de l'adulte : prise en charge de 2^e et 3^e niveaux [En ligne]. 2022 [cité 14 juillet 2023]. Disponible sur: https://has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2022-06/reco369_argumentaire_obesite_2e_3e_niveaux_preparation_mel_v4_2.pdf
59. Société Française de Cardiologie. Importance du rôle des triglycérides dans le risque cardiovasculaire et perspectives thérapeutiques [En ligne]. 2021 [cité 14 juillet 2023]. Disponible sur: https://www.sfcadio.fr/sites/default/files/2021-04/2021_03-Publication_Triglyce%CC%81rides.pdf
60. Cypress Diagnostics. Tableau de conversion de cypress Diagnostics : Convention des unités conventionnelles en unités SI [En ligne]. 2021 [cité 21 juin 2023]. Disponible sur : https://diagnostics.be/file?url=conversiontable_FR
61. Hôpitaux Universitaires de Genève. L'hypercholestérolémie [En ligne]. 2021 [cité 14 juillet 2023]. Disponible sur: <https://www.hug.ch/elips/hypercholesterolemie>
62. Hôpitaux Universitaires de Genève. Je veux équilibrer ma glycémie [En ligne]. 2022 [cité 14 juillet 2023]. Disponible sur: <https://www.hug.ch/sites/interhug/files/structures/elips/glycemie.pdf>
63. Association Suisse du Diabète. Diabète de type 2 [En ligne]. 2023 [cité 14 juillet 2023]. Disponible sur: <https://www.diabetesschweiz.ch/fr/a-propos-du-diabete/formes-de-diabete/diabete-de-type-2.html>

64. Haute Autorité de Santé. Stratégie médicamenteuse du contrôle glycémique du diabète de type 2 [En ligne]. 2014 [cité 20 juin 2023]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-02/10irp04_synth_diabete_type_2_objectif_glycemique_messages_cles.pdf
65. Gariani K, Hagon-Traub I, Philippe J. Diabète de type 1 ou 2 ? ou autre ? [En ligne]. 2009 [cité 21 juillet 2023]. Disponible sur: https://www.revmed.ch/view/560069/4472612/RMS_idPAS_D_ISBN_pu2009-22s_sa02_art02.pdf
66. Biernacka-Bartnik A, Kocelak P, Owczarek AJ, Choręza PS, Markuszewski L, Madej P, et al. The cut-off value for HOMA-IR discriminating the insulin resistance based on the SHBG level in women with polycystic ovary syndrome. *Front Med*. 2023;10(10):1100547. doi: 10.3389/fmed.2023.1100547.
67. Gayoso-Diz P, Otero-González A, Rodriguez-Alvarez MX, Gude F, García F, De Francisco A, et al. Insulin resistance (HOMA-IR) cut-off values and the metabolic syndrome in a general adult population: effect of gender and age: EPIRCE cross-sectional study. *BMC Endocr Disord*. 2013;16(13):47. doi: 10.1186/1472-6823-13-47.
68. Scheen AJ. Évaluation de l'insulinosécrétion et de l'insulinosensibilité. *Therapies*. 2007;62(4):311-8. doi: 10.2515/therapie:2007053
69. Haute Autorité de Santé. Mesure de l'insulinorésistance et de la tolérance au glucose [En ligne]. 2006 [cité 21 juillet 2023]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_490648/fr/rapport-irs-is
70. Marieb EN, Hoehn K. Anatomie et physiologie humaine. Montréal : Pearson ; 2019.
71. Haute Autorité de Santé. Prise en charge de l'hypertension artérielle de l'adulte [En ligne]. 2016 [cité 14 juillet 2023]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_2679492/fr/prise-en-charge-de-l-hypertension-arterielle-de-l-adulte-fiche-memo
72. Ebihara K, Nakajima A. Effect of Acetic Acid and Vinegar on Blood Glucose and Insulin Responses to Orally Administered Sucrose and Starch. *Agric Biol Chem*. 1 mai 1988;52(5):1311-2. doi : 10.1271/bbb1961.52.1311
73. Slim K, Marquillier T. Les revues parapluies : un nouvel outil pour synthétiser les preuves scientifiques en chirurgie. *J Chir Viscérale*. 2022;159(2):150-156. doi: 10.1016/j.jchirv.2021.08.008.
74. The Joanna Briggs Institute. The Joanna Briggs Institute Critical Appraisal tools for use in JBI Systematic Reviews: Checklist for Systematic Reviews and Research Syntheses [En ligne]. 2017 [cité 27 juin 2023]. Disponible sur : https://jbi.global/sites/default/files/2021-10/Checklist_for_Systematic_Reviews_and_Research_Syntheses.docx75. Higgins JPT. Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ*. 6 sept 2003;327(7414):557-60.
76. Chevalier P, van Driel M, Vermeire E. Hétérogénéité dans les synthèses méthodiques et méta-analyses [En ligne]. 2007 [cité le 27 juin 2023];6(10):160-160. Disponible sur : <http://www.minerva-ebm.be/FR/GetPdf/707?articleId=563>
77. Sohoulou MH, Kutbi E, Al Masri MK, Dadhkhah H, Fatahi S, Santos HO, et al. Effects of vinegar consumption on cardiometabolic risk factors: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Integr Med*. 2022;55:102176. doi: 10.1016/j.eujim.2022.102176
78. Cherta-Murillo A, Pugh JE, Alaraj-Alshehhi S, Hajjar D, Chambers ES, Frost GS. The effects of SCFAs on glycemic control in humans: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr*. 2022;116(2):335-61. doi: 10.1093/ajcn/nqac085.

79. Shahinfar H, Amini MR, Payandeh N, Torabynasab K, Pourreza S, Jazayeri S. Dose-dependent effect of vinegar on blood pressure: A GRADE-assessed systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complement Ther Med*. 2022;71:102887. doi: 10.1016/j.ctim.2022.102887.
80. Hadi A, Pourmasoumi M, Najafgholizadeh A, Clark CCT, Esmailzadeh A. The effect of apple cider vinegar on lipid profiles and glycemic parameters: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *BMC Complement Med Ther*. 2021;21(1):179. doi: 10.1186/s12906-021-03351-w.
81. Valdes DS, So D, Gill PA, Kellow NJ. Effect of Dietary Acetic Acid Supplementation on Plasma Glucose, Lipid Profiles, and Body Mass Index in Human Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Acad Nutr Diet*. 2021;121(5):895-914. doi: 10.1016/j.jand.2020.12.002.
82. Cheng LJ, Jiang Y, Wu VX, Wang W. A systematic review and meta-analysis: Vinegar consumption on glycaemic control in adults with type 2 diabetes mellitus. *J Adv Nurs*. 2020;76(2):459-74. doi: 10.1111/jan.14255.
83. Shishehbor F, Mansoori A, Shirani F. Vinegar consumption can attenuate postprandial glucose and insulin responses; a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Diabetes Res Clin Pract*. 2017;127:1-9. doi: 10.1016/j.diabres.2017.01.021.
84. Launholt TL, Kristiansen CB, Hjorth P. Safety and side effects of apple vinegar intake and its effect on metabolic parameters and body weight: a systematic review. *Eur J Nutr*. 2020;59(6):2273-89. doi: 10.1007/s00394-020-02214-3.
85. Jackson D, Law M, Rücker G, Schwarzer G. The Hartung-Knapp modification for random-effects meta-analysis: A useful refinement but are there any residual concerns? *Stat Med*. 2017;36(25):3923-34. doi: 10.1002/sim.7411.
86. Hackshaw A. Small studies: strengths and limitations. *Eur Respir J*. 2008;32(5):1141-3. doi: 10.1183/2F09031936.00136408
87. Arora C, Malhotra A, Ranjan P, Kumar A. Designing and Conducting Randomized Controlled Trials: Basic Concepts for Educating Early Researchers in the Field of Clinical Nutrition. *Cureus*. 2021;13(8):e17036. doi: 10.7759/cureus.17036.
88. Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, et al. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* version 6.3 [En ligne]. 2022 [cité 14 juillet 2023]. Disponible sur: www.training.cochrane.org/handbook.
89. Staruschenko A. Beneficial Effects of High Potassium: Contribution of Renal Basolateral K⁺ Channels. *Hypertension*. 2018;71(6):1015-1022. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.118.10267.
90. Rana A, Samtiya M, Dhewa T, Mishra V, Aluko RE. Health benefits of polyphenols: A concise review. *J Food Biochem*. 2022;46(10):e14264. doi: 10.1111/jfbc.14264.
91. Zhang S, Hu C, Guo Y, Wang X, Meng Y. Polyphenols in fermented apple juice: Beneficial effects on human health. *J Funct Foods*. 2021;76:104294. doi: 10.1016/j.jff.2020.104294.
92. Bakir S, Toydemir G, Boyacioglu D, Beekwilder J, Capanoglu E. Fruit Antioxidants during Vinegar Processing: Changes in Content and in Vitro Bio-Accessibility. *Int J Mol Sci*. 2016;17(10):1658. doi: 10.3390/ijms17101658.
93. Aguilera JM. The food matrix: implications in processing, nutrition and health. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2019;59(22):3612-3629. doi: 10.1080/10408398.2018.1502743.
94. Wutthi-in M, Cheevadhanarak S, Yasom S, Kerdphoo S, Thiennimitr P, Phrommintikul A, et al. Gut Microbiota Profiles of Treated Metabolic Syndrome Patients and their

- Relationship with Metabolic Health. *Sci Rep.* 2020;10(1):10085. doi: 10.1038/s41598-020-67078-3.
95. Janssen AWF, Kersten S. The role of the gut microbiota in metabolic health. *FASEB J.* 2015;29(8):3111-23. doi: 10.1096/fj.14-269514.
96. Corrêa TAF, Rogero MM, Hassimotto NMA, Lajolo FM. The Two-Way Polyphenols-Microbiota Interactions and Their Effects on Obesity and Related Metabolic Diseases. *Front Nutr.* 2019;6:188. doi: 10.3389/fnut.2019.00188.
97. Manach C. Les polyphénols et leurs propriétés [En ligne]. 2019 [cité 27 juin 2023]. Disponible sur : https://www.sge-ssn.ch/media/Manach_SSN_Versionweb-1.pdf
98. Xia T, Zhang B, Duan W, Zhang J, Wang M. Nutrients and bioactive components from vinegar: A fermented and functional food. *Journal of functional foods.* 2020;64:103681. doi: 10.1016/j.jff.2019.103681.
99. Ho CW, Lazim AM, Fazry S, Zaki UKHH, Lim SJ. Varieties, production, composition and health benefits of vinegars: A review. *Food Chem.* 2017 Apr 15;221:1621-1630. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.10.128.
100. Institut de cardiologie de Montréal. Alimentation méditerranéenne [En ligne]. 2023 [cité 14 juillet 2023]. Disponible sur: <https://www.icm-mhi.org/fr/prevention/adopter-saines-habitudes-vie/alimentation-mediterraneenne>
101. Pichard, C., Ginesi, A., Rosset, C. Alimentation crétoise en Suisse : de la théorie protectrice à la réalité pratique. *Rev Med Suisse.* 2003;-11(2459):2280–2285. Disponible sur: <https://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse/2003/revue-medicale-suisse-2459/alimentation-cretoise-en-suisse-de-la-theorie-protectrice-a-la-realite-pratique#tab=tab-toc>
102. Société Suisse de Nutrition. La pyramide alimentaire suisse [En ligne]. 2016 [cité 21 juillet 2023]. Disponible sur: http://www.sge-ssn.ch/media/sge_pyramid_basic_F_20161.pdf
103. Société Suisse de Nutrition. La Société Suisse de Nutrition SSN [Internet]. 2023 [cité 21 juillet 2023]. Disponible sur: <https://www.sge-ssn.ch/fr/>

9. Annexes

Annexe 1 : JBI checklist for systematic reviews and research syntheses

JBI CRITICAL APPRAISAL CHECKLIST FOR SYSTEMATIC REVIEWS AND RESEARCH SYNTHESSES

Reviewer _____ Date _____

Author _____ Year _____ Record Number _____

	Yes	No	Unclear	Not applicable
1. Is the review question clearly and explicitly stated?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Were the inclusion criteria appropriate for the review question?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Was the search strategy appropriate?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Were the sources and resources used to search for studies adequate?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Were the criteria for appraising studies appropriate?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Was critical appraisal conducted by two or more reviewers independently?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Were there methods to minimize errors in data extraction?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Were the methods used to combine studies appropriate?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Was the likelihood of publication bias assessed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Were recommendations for policy and/or practice supported by the reported data?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Were the specific directives for new research appropriate?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Overall appraisal: Include ☐ Exclude ☐ Seek further info ☐

Comments (Including reason for exclusion)

How to cite: Aromataris E, Fernandez R, Godfrey C, Holly C, Kahlil H, Tungpunkom P. Summarizing systematic reviews: methodological development, conduct and reporting of an Umbrella review approach. *Int J Evid Based Healthc*. 2015;13(3):132-40.

When conducting an umbrella review using the JBI method, the critical appraisal instrument for Systematic Reviews should be used.

The primary and secondary reviewer should discuss each item in the appraisal instrument for each study included in their review. In particular, discussions should focus on what is considered acceptable to the aims of the review in terms of the specific study characteristics. When appraising systematic reviews this discussion may include issues such as what represents an adequate search strategy or appropriate methods of synthesis. The reviewers should be clear on what constitutes acceptable levels of information to allocate a positive appraisal compared with a negative, or response of "unclear". This discussion should ideally take place before the reviewers independently conduct the appraisal.

Within umbrella reviews, quantitative or qualitative systematic reviews may be incorporated, as well as meta-analyses of existing research. There are 11 questions to guide the appraisal of systematic reviews or meta-analyses. Each question should be answered as "yes", "no", or "unclear". Not applicable "NA" is also provided as an option and may be appropriate in rare instances.

1. Is the review question clearly and explicitly stated?

The review question is an essential step in the systematic review process. A well-articulated question defines the scope of the review and aids in the development of the search strategy to locate the relevant evidence. An explicitly stated question, formulated around its PICO (Population, Intervention, Comparator, Outcome) elements aids both the review team in the conduct of the review and the reader in determining if the review has achieved its objectives. Ideally the review question should be articulated in a published protocol; however this will not always be the case with many reviews that are located.

2. Were the inclusion criteria appropriate for the review question?

The inclusion criteria should be identifiable from, and match the review question. The necessary elements of the PICO should be explicit and clearly defined. The inclusion criteria should be detailed and the included reviews should clearly be eligible when matched against the stated inclusion criteria. Appraisers of meta-analyses will find that inclusion criteria may include criteria around the ability to conduct statistical analyses which would not be the norm for a systematic review. The types of included studies should be relevant to the review question, for example, an umbrella review aiming to summarize a range of effective non-pharmacological interventions for aggressive behaviors amongst elderly patients with dementia will limit itself to including systematic reviews and meta-analyses that synthesize quantitative studies assessing the various interventions; qualitative or economic reviews would not be included.

3. Was the search strategy appropriate?

A systematic review should provide evidence of the search strategy that has been used to locate the evidence. This may be found in the methods section of the review report in some cases, or as an appendix that may be provided as supplementary information to the review publication. A systematic review should present a clear search strategy that addresses each of the identifiable PICO components of the review question. Some reviews may also provide a description of the approach to searching and how the terms that were ultimately used were derived, though due to limits on word counts in journals this may be more the norm in online only publications. There

should be evidence of logical and relevant keywords and terms and also evidence that Subject Headings and Indexing terms have been used in the conduct of the search. Limits on the search should also be considered and their potential impact; for example, if a date limit was used, was this appropriate and/or justified? If only English language studies were included, will such a language bias have an impact on the review? The response to these considerations will depend, in part, on the review question.

4. Were the sources and resources used to search for studies adequate?

A systematic review should attempt to identify “all” the available evidence and as such there should be evidence of a comprehensive search strategy. Multiple electronic databases should be searched including major bibliographic citation databases such as MEDLINE and CINAHL. Ideally, other databases that are relevant to the review question should also be searched, for example, a systematic review with a question about a physical therapy intervention should also look to search the PEDro database, whilst a review focusing on an educational intervention should also search the ERIC. Reviews of effectiveness should aim to search trial registries. A comprehensive search is the ideal way to minimize publication bias, as a result, a well conducted systematic review should also attempt to search for grey literature, or “unpublished” studies; this may involve searching websites relevant to the review question, or thesis repositories.

5. Were the criteria for appraising studies appropriate?

The systematic review should present a clear statement that critical appraisal was conducted and provide the details of the items that were used to assess the included studies. This may be presented in the methods of the review, as an appendix of supplementary information, or as a reference to a source that can be located. The tools or instruments used should be appropriate for the review question asked and the type of research conducted. For example, a systematic review of effectiveness should present a tool or instrument that addresses aspects of validity for experimental studies and randomized controlled trials such as randomization and blinding – if the review includes observational research to answer the same question a different tool would be more appropriate. Similarly, a review assessing diagnostic test accuracy may refer to the recognized QUADAS¹ tool.

6. Was critical appraisal conducted by two or more reviewers independently?

Critical appraisal or some similar assessment of the quality of the literature included in a systematic review is essential. A key characteristic to minimize bias or systematic error in the conduct of a systematic review is to have the critical appraisal of the included studies completed independently and in duplicate by members of the review team. The systematic review should present a clear statement that critical appraisal was conducted by at least two reviewers working independently from each other and conferring where necessary to reach decision regarding study quality and eligibility on the basis of quality.

7. Were there methods to minimize errors in data extraction?

Efforts made by review authors during data extraction can also minimize bias or systematic errors in the conduct of a systematic review. Strategies to minimize bias may include conducting all data extraction in duplicate and independently, using specific tools or instruments to guide data extraction and some evidence of piloting or training around their use.

8. Were the methods used to combine studies appropriate?

A synthesis of the evidence is a key feature of a systematic review. The synthesis that is presented should be appropriate for the review question and the stated type of systematic review and evidence it refers to. If a meta-analysis has been conducted this needs to be reviewed carefully.

Was it appropriate to combine the studies? Have the reviewers assessed heterogeneity statistically and provided some explanation for heterogeneity that may be present? Often, where heterogeneous studies are included in the systematic review, narrative synthesis will be an appropriate method for presenting the results of multiple studies. If a qualitative review, are the methods that have been used to synthesize findings congruent with the stated methodology of the review? Is there adequate descriptive and explanatory information to support the final synthesized findings that have been constructed from the findings sourced from the original research?

9. Was the likelihood of publication bias assessed?

As mentioned, a comprehensive search strategy is the best means by which a review author may alleviate the impact of publication bias on the results of the review. Reviews may also present statistical tests such as Egger's test or funnel plots to also assess the potential presence of publication bias and its potential impact on the results of the review. This question will not be applicable to systematic reviews of qualitative evidence.

10. Were recommendations for policy and/or practice supported by the reported data?

Whilst the first nine (9) questions specifically look to identify potential bias in the conduct of a systematic review, the final questions are more indicators of review quality rather than validity. Ideally a review should present recommendations for policy and practice. Where these recommendations are made there should be a clear link to the results of the review. Is there evidence that the strength of the findings and the quality of the research been considered in the formulation of review recommendations?

11. Were the specific directives for new research appropriate?

The systematic review process is recognized for its ability to identify where gaps in the research, or knowledge base, around a particular topic exist. Most systematic review authors will provide some indication, often in the discussion section of the report, of where future research direction should lie. Where evidence is scarce or sample sizes that support overall estimates of effect are small and effect estimates are imprecise, repeating similar research to those identified by the review may be necessary and appropriate. In other instances, the case for new research questions to investigate the topic may be warranted.

Annexe 2 : Qualité des revues systématiques analysée selon les critères JBI

Revue systématique	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Conclusion
Sohouli et al. (2022)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11/11
Cherta-Murillo et al. (2022)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11/11
Shahinfar et al. (2022)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11/11
Hadi et al. (2021)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11/11
Valdes et al. (2021)	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	10/11
Launholt et al. (2020)	+	-	+	+	+	+	?	+	+	+	+	9/11
Cheng et al. (2019)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11/11
Shishehbor et al. (2017)	+	+	-	+	+	?	+	+	+	+	+	9/11

+ Oui
 - Non
 x Pas clair
 / Pas applicable

Protocole de travail de Bachelor

Chez l'adulte, la consommation alimentaire de vinaigre présente-t-elle des bénéfices et/ou effets néfastes sur la prévention et la gestion du syndrome métabolique et de ses comorbidités ?

Jonathan AMENO
Manon BURLION

Sous la direction de : Angéline CHATELAN – Diététicienne ASDD, PhD
en santé publique, professeure assistante HES, Filière Nutrition et
diététique

Et la co-direction de : Serge Rezzi

Genève, le 12/12/2022

Table des matières

1. Résumé	3
1.1 Introduction	3
1.2 But	3
1.3 Méthode.....	3
1.4 Conclusion.....	3
2. Introduction	4
2.1 Contexte sanitaire	4
2.2 Le vinaigre.....	4
2.3 Justification du thème.....	6
2.4 Buts et objectifs	7
3. Question de recherche	7
4. Méthode	8
4.1 Design.....	8
4.2 Stratégie de recherche.....	8
4.3 Critères d'inclusion et d'exclusion	9
4.4 Sélection des articles.....	10
4.5 Évaluation de la qualité des études	11
4.6 Extraction des données.....	11
4.7 Synthèse des données et présentation des résultats	12
4.8 Calendrier.....	12
5. Considérations éthiques.....	12
6. Budget et ressources	13
7. Bibliographie	14
8. Annexes	16
Annexe 1 : JBI checklist for systematic reviews and research syntheses.....	16
Annexe 2 : Tableau récapitulatif des revues systématiques.....	17
Annexe 3 : Tableau détaillé des études incluses dans les RS.....	17
Annexe 4 : Diagramme de Gantt.....	18

1. Résumé

1.1 Introduction

De nos jours, la prévalence de syndrome métabolique ne cesse d'augmenter au sein de la population mondiale. Cette augmentation est liée à l'épidémie grandissante d'obésité qui touche toutes les populations du globe depuis plusieurs dizaines d'années. Le syndrome métabolique se caractérise par une hypertension artérielle, une perturbation de la glycémie ainsi qu'une dyslipidémie. L'ensemble de ces facteurs augmentent fortement le risque de développement de maladies cardiovasculaires, première cause de mortalité dans le monde, et à l'origine d'importants coûts au sein du système de santé. L'alimentation est un levier majeur de lutte contre ce syndrome. Déterminer de nouvelles pistes dans la prise en charge s'avérerait intéressant pour optimiser les résultats d'une approche nutritionnelle. Parmi elles, le vinaigre est un sujet de plus en plus étudié, notamment au vu de ces potentiels effets bénéfiques sur les paramètres métaboliques (glycémie, hypertension et dyslipidémie). La perturbation de ces paramètres entrant en jeu dans diverses maladies métaboliques telles que le diabète de type 2, les dyslipidémies ou encore les maladies cardiovasculaires, ce sujet offre un terrain d'étude intéressant.

1.2 But

Le but de ce travail sera d'étudier les bénéfices ainsi que les effets néfastes de la consommation alimentaire de vinaigre chez les humains, au travers d'une revue parapluie. Nous présenterons une synthèse des évidences scientifiques validées à ce jour sur le sujet, et s'il y a lieu, les perspectives de mise en pratique dans le domaine de la santé. Enfin, nos objectifs seront de présenter les limites et zones d'ombres de la littérature actuelle, ainsi que les perspectives de recherche. Afin de présenter ces données, nous chercherons à répondre à la question suivante : Chez l'adulte, la consommation alimentaire de vinaigre présente-t-elle des bénéfices et/ou effets néfastes sur la prévention et la gestion du syndrome métabolique et de ses comorbidités ?

En complément de cette question, nous chercherons à analyser l'effet dose-réponse associé à la consommation de vinaigre.

1.3 Méthode

Pour répondre à nos objectifs, nous analyserons uniquement des revues systématiques traitant de notre sujet. Les données issues de la littérature seront sélectionnées à l'aide de trois bases de données : PubMed, Embase et Cochrane. Par le biais de critères d'inclusion et d'exclusion puis d'une analyse de la qualité des études retenues à l'aide d'une grille d'analyse, nous sélectionnerons les revues méritant d'être traitées dans ce travail. Une fois la qualité des revues sélectionnées déterminée, nous effectuerons une synthèse des résultats extraits sous forme de tableau.

1.4 Conclusion

En somme, notre TBSd devrait permettre de mieux comprendre l'impact de la consommation de vinaigre sur les paramètres métaboliques. Il présentera aussi des perspectives sur l'utilisation de cet aliment dans la prévention et la gestion des paramètres métaboliques et des pathologies associées telles que le diabète de type 2 et les maladies cardiovasculaires.

2. Introduction

2.1 Contexte sanitaire

De nos jours, surpoids et obésité ont pris l'ampleur d'une épidémie mondiale (1). L'augmentation de la prévalence de l'obésité n'a cessé d'augmenter depuis 1975 jusqu'à aujourd'hui (1). Celle-ci a dans un premier temps connu la plus forte augmentation dans les pays développés tels que les États-Unis et les pays européens (1). Ce phénomène s'est aujourd'hui propagé aux pays à faibles revenus ou intermédiaires, pour qui on note une progression actuelle de l'épidémie de plus de 30% supérieure à celle des pays développés (1).

Surpoids et obésité touchent, en proportions variable, tous les individus quel que soit leur genre ou âge (1). Au total, la prévalence de surpoids et d'obésité a triplé de 1975 à 2016 (1). En 2016, au sein de la population mondiale, 39% des adultes âgés de 18 ans et plus étaient en surpoids parmi lesquels 13% étaient obèses (1).

Selon l'OMS, le surpoids et l'obésité se définissent comme une accumulation anormale ou excessive de graisse corporelle qui peut nuire à la santé (1). Contrairement au surpoids, l'obésité est définie comme une maladie chronique (2). L'accumulation excessive de tissus adipeux, notamment au niveau abdominal, est associée à un risque accru de morbidité et mortalité (3). En outre, celle-ci provoque un état d'inflammation systémique à l'origine d'une perturbation des mécanismes homéostatiques, on parle de syndrome métabolique (2). Ainsi, on retrouve par exemple comme manifestations du syndrome métabolique, les perturbations du profil glycémique, les dyslipidémies et l'hypertension artérielle (4). Ces altérations métaboliques sont à l'origine du développement de dyslipidémies, diabètes de type 2 ou encore plusieurs maladies cardiovasculaires (première cause de mortalité des sociétés occidentales) (2,5). La prévalence de l'obésité étant en augmentation, celles des altérations métaboliques et des comorbidités qui leur sont associées suivent la même tendance. Aujourd'hui, lutter contre ce phénomène de santé est indispensable. Bien que les altérations des paramètres métaboliques ne se manifestent pas uniquement chez les personnes en surpoids ou obèses, la surcharge pondérale reste le facteur de risque majeur, notamment par le développement du syndrome métabolique (6).

2.2 Le vinaigre

Définition

Le vinaigre est défini par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et par la Food & Agriculture Organisation (FAO) comme un liquide propre à la consommation humaine, préparé exclusivement à partir d'une matière première appropriée et contenant de l'amidon ou des sucres ou de l'amidon et des sucres, selon le procédé de la double fermentation, alcoolique et acétique. Le vinaigre renferme une quantité spécifiée d'acide acétique. Il peut contenir des ingrédients facultatifs : des épices et herbes condimentaires, fruits et jus de fruits, lactosérum, sucres, miel, sel... (7). Les substrats utilisés peuvent être du vin rouge ou blanc, des moûts de fruits, de l'alcool pure, du cidre...

Selon l'ordonnance de l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV), le vinaigre de fermentation est un vinaigre obtenu par la fermentation acétique de liquides alcooliques. L'acidité totale, calculée en acide acétique doit être d'au moins 45 g par litre et la teneur en alcool éthylique ne doit pas dépasser 0,5% vol., et celle du vinaigre de vin, 1% vol (8).

Le vinaigre peut être utilisé comme conservateur alimentaire ou condiment (9). Ce produit sera l'objet principal de notre travail de Bachelor (TBS).

Ethnopharmacologie du vinaigre

Selon agriculture et agro-alimentaire Canada, le vinaigre était déjà utilisé 5 000 ans avant J.-C. par les Babyloniens, comme condiment et agent de conservation (10). Plus tard, il fut consommé comme boisson par les Romains et utilisé pour faire mariner la viande et les légumes par les Grecs (10). Outre son utilisation culinaire, le vinaigre était utilisé pour ses propriétés curatives, comme il l'est mentionné dans la Bible et dans les textes d'Hippocrate (10). « Vers 2000 avant Jésus-Christ, la production de vinaigre a été commercialisée et le vinaigre était utilisé pour traiter les maladies et les blessures, une pratique qui s'est perpétuée même dans le cadre de grands événements historiques, comme la guerre de Sécession et la Première Guerre mondiale » (10).

De nos jours, le vinaigre est intégré au niveau mondial ; cependant, ses utilisations et variétés diffèrent considérablement selon les zones géographiques (10). En Amérique du Nord, le vinaigre le plus fréquemment consommé est le vinaigre blanc (10). En Amérique latine, ce sont les vinaigres infusés d'herbes et aromatisés aux fruits qui y sont les plus populaires (10). Au Moyen-Orient, on retrouve principalement des vinaigres de fruits (bleuet et de datte) (10). Enfin, dans la culture asiatique, le vinaigre de riz est très populaire en cuisine, mais on aperçoit aussi une tendance émergente envers le « vinaigre santé » (10).

Au niveau mondial, le marché reste dominé par les vinaigres blancs distillés et les vinaigres de cidre de pomme, suivi des vinaigres balsamiques et de vin rouge (10). On observe un intérêt mondial grandissant envers l'alimentation saine, qui pousse les individus à se tourner vers des aliments naturels et riches en antioxydants (10). On peut s'attendre à l'avenir à ce que les producteurs de vinaigre fassent valoir les potentiels avantages qu'offre ce produit pour la santé et en tire profit dans leurs approches marketing (10).

Les différents types de vinaigre

Les vinaigres les plus populaires et leurs caractéristiques sont présentés ci-dessous :

Vinaigre de fruits, vinaigre de petits fruits et vinaigre de cidre : Ce sont des vinaigres obtenus à partir de vins de fruits ou de vin de petits fruits ou de cidre par fermentation acétique.

Vinaigre de vin : Il est fabriqué à partir de vin blanc, rouge ou rose. Le vinaigre de vin blanc est excellent avec le poisson, les crustacés et les sauces fines (hollandaise, béarnaise...). Le vinaigre de vin de rouge relève le goût des aliments un peu fades.

Vinaigre de céréales : Il est obtenu sans distillation intermédiaire à partir de n'importe quelle céréale dont l'amidon a été transformé en sucre par d'autres agents que les diastases de l'orge maltée (diastases : enzymes provoquant l'hydrolyse de l'amidon).

Vinaigre de malt : C'est un vinaigre obtenu sans distillation intermédiaire à partir d'orge maltée, avec addition éventuelle de céréales, dont l'amidon a été transformé en sucre uniquement par les diastases (enzymes provoquant l'hydrolyse de l'amidon) de l'orge maltée. Il a une saveur chaleureuse et est souvent servi avec du poisson et des frites.

Vinaigre d'alcool : Il est obtenu par fermentation acétique à partir d'alcool de distillation. Il peut être coloré au caramel. Ce vinaigre est également appelé "vinaigre de grain" ou "vinaigre distillé".

D'autres vinaigres existent tels que le vinaigre balsamique, de vin de riz, de Xérès, de petit lait, de miel, de canne, de champagne, de noix de coco, blanc, etc. (7,8,9,11)

Fabrication

Le vinaigre est une solution d'acide acétique produite par un bioprocédé en deux étapes. Dans la première étape, les sucres fermentescibles sont transformés en éthanol par l'action des levures. Dans la deuxième étape, les bactéries acétiques oxydent l'éthanol en acide acétique dans un processus aérobie comme indiqué ci-dessous (12–15) :



Figure 1. Bioprocédés du vinaigre (12—15)

Le produit final est dépourvu d'alcool ou n'en contient que sous forme de traces.

Composition nutritionnelle

Les vinaigres sont composés de 90% d'eau et présentent une valeur énergétique négligeable d'environ 100kJ/100g (20 kcal/100g) (9). Ils contiennent environ 5 % d'acide acétique, des quantités variables d'acides de fruits, des matières colorantes, des sels et des produits de fermentation leur conférant une saveur et un arôme caractéristiques. Les autres composants du vinaigre comprennent des vitamines, des sels minéraux, des acides aminés, des composés polyphénoliques (par exemple : l'acide gallique, la catéchine, l'acide caféique, l'acide férulique) et des acides organiques non-volatils (tartrique, citrique, malique, lactique) (16,17).

Les méthodes de production du vinaigre peuvent aller des méthodes traditionnelles, utilisant des fûts en bois (procédé d'Orléans) et la culture en surface (procédé du générateur) à la fermentation submergée (15).

2.3 Justification du thème

En tant que diététiciens, nous jouons un rôle dans la prévention des maladies chroniques non-transmissibles et l'amélioration/gestion des paramètres métaboliques chez les individus, notamment au travers de l'alimentation. Un aliment ayant retenu notre attention vis-à-vis de ce domaine est, comme nous l'avons dit précédemment, le vinaigre. Les effets du vinaigre sur la santé, et notamment sur la glycémie ont été pour la première fois mis en avant en 1988 par Ebihara et Nakajima (18). Cette étude menée sur des rats a démontré que la consommation

alimentaire d'acide acétique diminuait la glycémie chez les sujets testés (18). Suite à ces découvertes, de nombreuses études ont cherché à exposer cet effet bénéfique du vinaigre sur des sujets humains ; les résultats restant cependant variables d'une étude à l'autre (18). L'intérêt pour le vinaigre grandissant au sein de la communauté scientifique, ses effets sur l'organisme et notamment sur la régulation des paramètres métaboliques ainsi que la perte de poids ont fait l'objet de nombreuses études. L'augmentation du nombre d'études permet l'accès à d'importantes données probantes à ce sujet, et nous offre par conséquent un terrain d'étude propice à une revue en parapluie.

2.4 Buts et objectifs

Le but de ce TBSc est d'étudier les bénéfices et les effets néfastes de la consommation alimentaire de vinaigre chez les humains, au travers d'une revue parapluie.

Par le biais de ce travail, nous souhaitons résumer et présenter toutes les évidences scientifiques validées à ce jour sur le sujet. Ceci nous permettra alors, s'il y a lieu, de présenter les perspectives pratiques mais aussi de recherche concernant l'utilisation du vinaigre dans la prévention et la gestion des paramètres métaboliques chez l'humain.

Les objectifs détaillés de ce travail sont les suivants :

- Analyser l'ensemble des revues systématiques pour comprendre les effets bénéfiques et néfastes du vinaigre sur les paramètres métaboliques (à savoir : l'hypertension artérielle, le profil lipidique et le profil glycémique) ainsi que les maladies associées à leur perturbation (diabète de type 2, dyslipidémie et maladies cardiovasculaires)
- Analyser la littérature dans l'objectif de déterminer les doses et fréquences de consommation de vinaigre nécessaires pour avoir des bénéfices ou des effets néfastes pour la santé.
- Présenter les limites et zones d'ombres de la littérature actuelle, ainsi que les perspectives de recherche.
- Émettre des recommandations pratiques pour les professionnels de santé.

3. Question de recherche

La question de recherche qui guidera ce TBSc est la suivante :

Chez l'adulte, la consommation alimentaire de vinaigre présente-t-elle des bénéfices et/ou effets néfastes sur la prévention et la gestion du syndrome métabolique et de ses comorbidités ?

Cette question se décompose sous une forme PICO :

- **P** : Adultes de 19 ans et plus
- **I** : Consommation alimentaire de vinaigre
- **C** : Absence de consommation de vinaigre
- **O** : Améliorations/altérations des paramètres métaboliques et comorbidités associées

Notre souhait étant de fournir des recommandations pour la pratique en déterminant l'effet dose-réponse, cette question sera accompagnée de la question secondaire suivante :

"Chez l'adulte, quelles sont les doses de vinaigre à consommer quotidiennement pour obtenir un effet bénéfique sur les paramètres métaboliques sans engendrer d'effets néfastes ? "

4. Méthode

4.1 Design

Ce TBSc sera une revue parapluie. Ce type de revue se définit comme une synthèse des revues systématiques (RS) et méta-analyses traitants d'un même sujet (19).

A l'instar de la revue parapluie, la RS est une méthode de recherche compilant et synthétisant les données issues d'autres études (19). Cependant, celle-ci s'intéresse aux études dites « primaires » tels que les études interventionnelles ou observationnelles sur un échantillon donné (19). Selon Slim et Marquillier :

On distingue deux types de RS :

- Les RS qualitatives exhaustives mais ne permettant pas de calculer la taille de l'effet thérapeutique et ;
- Les RS quantitatives ou méta-analyses qui synthétisent les données de la littérature et permettent d'apprécier la taille de l'effet et l'hétérogénéité éventuelle entre les études incluses.

À la différence de la RS qualitative, la méta-analyse est une synthèse exhaustive, quantifiée, rigoureuse, et reproductible des données de la littérature. Les méta-analyses utilisent des tests statistiques spécifiques permettant de réduire le biais lié aux différences (parfois liées au hasard) des résultats des études incluses (19).

Pour simplifier, on peut ainsi présenter la revue parapluie comme une synthèse de toutes les synthèses traitant d'un sujet donné.

Nous pensons pertinent d'utiliser ce format pour plusieurs raisons. Tout d'abord, il permet de rassembler une quantité très importante de données et de la synthétiser, facilitant son accès et sa lecture pour tous. De plus, la revue parapluie étant un processus rigoureux, ce TBSc devrait permettre de mettre en avant les études et résultats les plus fiables, limitant ainsi les biais. Enfin, il nous semble redondant de réaliser une nouvelle revue sur le sujet au vu du nombre de revues systématiques déjà publiées sur le vinaigre et ses effets sur la santé ; par ailleurs, aucune revue parapluie ne semble déjà avoir été publiée.

4.2 Stratégie de recherche

Afin de trouver et sélectionner les revues à inclure dans ce travail, nous avons défini une stratégie de recherche. La 1^{ère} étape a été de définir une équation de recherche. Celle-ci a pour objectif de guider la recherche de littérature au sein des différentes bases de données explorées. Pour ce faire, la question de recherche présentée précédemment a été divisée en 2 concepts : le vinaigre ; la consommation alimentaire. Sachant que nous souhaitons utiliser des bases de données spécialisées dans le domaine de la santé pour cette recherche, nous n'avons pas eu besoin d'inclure un concept associé. De plus, les revues systématiques concernant l'effet du vinaigre sur la santé humaine étant encore peu nombreuses, nous souhaitons en premier lieu rester « large » en ne ciblant pas d'outcomes spécifiques en lien avec les paramètres métaboliques, et préciser la recherche par la suite selon les besoins.

A partir des concepts établis, nous avons défini divers mots-clés afin de construire une équation de recherche optimale. Les concepts et leurs déclinaisons sont présentés dans le tableau suivant (tableau 1).

Tableau 1 : Concepts tirés de la question de recherche et mots-clés associés.

Concepts	Mots-clés
Vinaigre	<i>"dietary acetic acid"</i> <i>"vinegar"</i> .
Consommation alimentaire	<i>nutritional sciences</i> <i>diet</i> <i>food</i> <i>nutrition</i>

A partir de ces mots-clés nous avons défini l'équation de recherche suivante :
(("dietary acetic acid") OR ("vinegar")) AND ((nutritional sciences) OR (diet) OR (food) OR (nutrition))

Cette équation pourra être amenée à changer sur la période à venir, mais servira de base pour la recherche de littérature. Par la suite, nous avons sélectionné diverses bases de données spécialisées dans le domaine de la santé, à savoir PubMed, Embase et Cochrane. Afin d'obtenir les articles les plus pertinents au vu de notre sujet, nous utiliserons l'équation de recherche présentée ci-dessus dans chacune des bases de données. En limitant la recherche de ces termes aux titres ou à l'abstract des études seulement, le nombre de résultats s'avère insuffisant (moins d'une dizaine d'études). Par conséquent, chacun des termes de l'équation seront recherchés dans l'ensemble du contenu des études potentielles. Cette stratégie permettra de trouver un nombre plus grand mais raisonnable d'études, en limitant le risque de manquer des revues systématiques intéressantes.

4.3 Critères d'inclusion et d'exclusion

Parmi les résultats de nos recherches, la sélection des études à inclure dans ce travail se fera sur la base de critères d'inclusion et d'exclusion définis en amont, et ce dans l'objectif d'analyser uniquement les revues pertinentes pour nous aider à répondre à notre question de recherche. Ces critères sont présentés ci-dessous.

Critères d'inclusion

- Revues systématiques publiées étudiant le lien entre consommation alimentaire de vinaigre, les paramètres métaboliques (hypertension artérielle, profil lipidique et glycémique) et certaines maladies métaboliques (diabète de type 2, dyslipidémies et maladies cardiovasculaires)
- Revues publiées en anglais ou en français
- Revues incluant des adultes ≥19 ans hommes et femmes en santé ou non
- Revues incluant des études observationnelles et/ou interventionnelles

Critères d'exclusion

- Revues incluant seulement des études sur des animaux
- Revues incluant seulement des enfants ≤18 ans

- Littérature grise
- Littérature non publiée
- Tout autre type d'études n'étant pas des revues systématiques

4.4 Sélection des articles

Une fois notre équation utilisée pour chaque base de données, nous sélectionnerons les revues systématiques à inclure dans notre travail. Un chiffre acceptable serait d'obtenir entre 5 à 10 revues systématiques que l'on pourrait utiliser. Pour ce faire, nous commencerons par trier les études selon leurs titres et abstracts. Les revues systématiques ne répondant pas à nos critères d'inclusion seront rejetées. La 2^{ème} étape de sélection comprendra une lecture complète et approfondie des revues conservées. Chacun d'entre nous lira les études indépendamment de son côté, avant de mettre en commun nos choix et réflexions quant aux études à inclure définitivement dans le TBSc. Si nécessaire, nous discuterons des cas litigieux avec la directrice du TBSc. Ci-dessous une représentation schématique du processus de sélection des études :

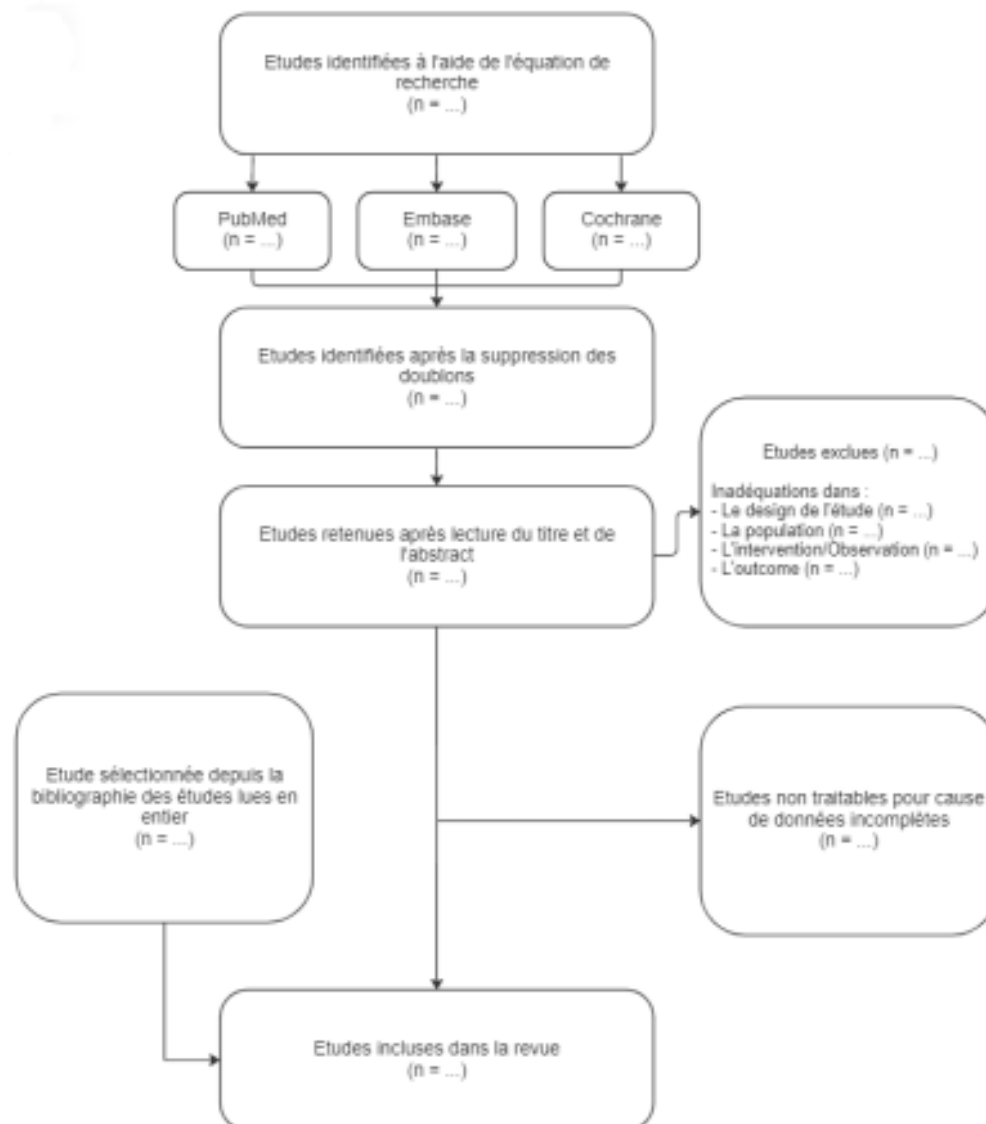


Figure 2. Processus de sélection des études

4.5 Évaluation de la qualité des études

La qualité méthodologique des revues systématiques incluses dans le travail sera évaluée à l'aide de la JBI Critical appraisal checklist for systematic reviews and research syntheses (Cf. Annexe 1).

Le JBI adopte un point de vue particulier sur ce qui constitue une preuve et sur les méthodes utilisées pour synthétiser ces différents types de preuves (les revues systématiques). En accord avec cette vision plus large des preuves, le JBI a développé des théories, des méthodologies et des processus rigoureux pour l'évaluation critique et la synthèse de ces diverses formes de preuves afin d'aider à la prise de décision clinique dans le domaine des soins de santé, ce qui convient parfaitement à nos revues (20).

Toutes les RS intègrent un processus de critique ou d'évaluation des preuves de la recherche. L'objectif de cette évaluation est d'apprécier la qualité méthodologique d'une étude et de déterminer dans quelle mesure elle a pris en compte la possibilité de biais dans sa conception, sa conduite et son analyse. Toutes les RS que nous aurons sélectionnées (c'est-à-dire celles répondant aux critères d'inclusion décrits dans le protocole) seront soumises à une évaluation rigoureuse de notre part. Les résultats de cette évaluation seront ensuite utilisés pour informer sur la qualité des données présentées et guider l'interprétation des résultats de chaque étude.

4.6 Extraction des données

Concernant l'extraction des données, nous diviserons l'ensemble des études sélectionnées en deux et chacun d'entre nous récoltera ses données de son côté. Nous recueillerons les caractéristiques suivantes dans divers tableaux, l'un concernant les revues systématiques sélectionnées et un tableau pour chaque revue afin de détailler toutes les études qui la compose (Cf. Annexe 2 et Annexe 3) :

- Titre
- Nom des auteurs
- Année de publication
- Nom de l'intervention
- But de l'intervention
- Nombre d'études incluses dans chaque revue systématique
- Taille totale de l'échantillon
- Description des sujets (sexe, âge, sains ou malades)
- Si intervention : description de l'intervention et du contrôle, si observation : description de l'exposition
- Type d'outcomes (marqueurs métaboliques et/ou maladies étudiées)
- Résultats trouvés (résumé de la taille d'effet, son IC à 95% et le nombre de participants inclus dans l'évaluation du résultat).
- Lorsque les données nécessaires ne seront pas fournies dans l'article, nous le notifierons dans le tableau

Cette liste sera affinée au besoin lors de l'extraction des données. Nous ferons par la suite une mise en commun de la récolte de données afin de vérifier l'exhaustivité et l'exactitude des données extraites. Si nous obtenons des données différentes, nous demanderons l'avis à notre directrice de TBSc.

4.7 Synthèse des données et présentation des résultats

Les données extraites des revues préalablement sélectionnées seront présentées au sein de divers tableaux détaillés et/ou graphiques selon les besoins. Pour le moment, nous ne pensons pas nécessaire de détailler ce tableau ou graphique au vu de la variabilité des résultats qu'il est possible d'obtenir. Nous déciderons du modèle de synthèse à adopter suite à la lecture des revues sélectionnées. Chaque revue sera présentée de manière indépendante, avec les résultats qu'elle a pu mettre en avant ; le but de ce travail n'étant pas d'analyser statistiquement toutes les données (comme le ferait une méta-analyse) mais de les présenter indépendamment. L'objectif est de synthétiser de manière critique les données abondantes, raison pour laquelle nous essaierons d'être les plus synthétiques, pertinents et exhaustifs possible.

L'ensemble des résultats présentés sera ensuite discuté dans une partie dédiée, nous permettant de revenir sur notre question de recherche et nos objectifs.

4.8 Calendrier

Ce travail, réalisé en binôme, se fera en grande partie à distance pour la lecture des articles à sélectionner. Régulièrement, nous effectuerons des mises en commun de l'avancée de nos recherches à 2, puis effectuerons régulièrement des retours à notre directrice de TBS. Ces rendez-vous nous permettront de vérifier l'avancée du travail et de partager nos interrogations. Nous réaliserons un diagramme de Gantt afin d'avoir une vue d'ensemble des activités à réaliser et l'avancement du TBS (Cf. Annexe 4).

5. Considérations éthiques

Nous ne pensons pas pouvoir remettre en cause un principe éthique à la rédaction de TBS.

Bienfaisance : D'après le cours de D. Amstutz¹, c'est l'obligation éthique de promouvoir le bien d'autrui.

Si les résultats s'avèrent positifs, notre revue pourrait engendrer de nouvelles recherches plus approfondies sur le sujet et par la suite s'intégrer aux recommandations nutritionnelles pour une santé optimale autant pour les personnes en santé que les personnes souffrant de pathologies. De plus, nous incluons autant les personnes en santé que les personnes atteintes de pathologies dans notre revue (ce qui rejoint le principe d'équité),

Non-malfaisance : obligation éthique de ne pas nuire à autrui¹. On pourrait envisager que la consommation de vinaigre à haute dose puisse avoir des effets néfastes sur la santé ?

L'équité / la justice : obligation éthique de répartir les biens ou les ressources de manière équitable¹. Notre revue inclurait autant les personnes en santé qu'atteintes de pathologies.

Nous ne conduirons ni d'interview ou d'intervention, par conséquent, nous n'aurons pas besoin de recueil de données de patients ni de données de santé sur la population. Il n'y aura donc pas de risque vis-à-vis de cela.

Il conviendra aussi d'aborder tous les résultats des revues avec impartialité, objectivité en s'appuyant sur les chiffres et les faits.

¹ Support de cours, 5 avril 2022

6. Budget et ressources

Afin de réaliser notre TBSc, nous utiliserons la littérature scientifique à l'aide des bases de données scientifiques. Les articles sont pour la plupart publiés en Open Access ou accessibles grâce au VPN de l'école, cependant certains articles sont payants. Pour ces articles non-accessibles, la HEdS nous offre la possibilité d'en commander 20 selon les besoins de notre TBSc. Les frais d'impression des études et du dossier final seront à notre charge.

Nous disposons de plusieurs ressources pour effectuer notre travail. Tout d'abord, nous pourrions faire appel à notre directrice du TBSc ; Angéline Chatelan, lors de nos éventuels doutes sur la sélection des articles ou la pertinence de nos analyses. Nous pourrions également demander de l'aide au documentaliste Jean-David Sandoz, afin de vérifier l'exactitude de nos équations de recherches, ainsi que l'obtention des articles payants et des demandes d'emprunt de documentation. Enfin, nous utiliserons le logiciel Zotero pour réaliser notre bibliographie.

7. Bibliographie

- (1) Organisation mondiale de la santé. Obésité et surpoids [En ligne]. 2020 [cité 18 nov 1998]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- (2) Wharton S, Lau DCW, Vallis M, Sharma AM, Biertho L, Campbell-Scherer D, et al. L'obésité chez l'adulte : ligne directrice de pratique clinique. *Can Med Assoc J*. 2020;192(49):1757-75. doi: 10.1503/cmaj.191707-f
- (3) Ross R, Neeland IJ, Yamashita S, Shai I, Seidell J, Magni P, et al. Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a Consensus Statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. *Nat Rev Endocrinol*. 2020;16(3):177-89. doi: 10.1038/s41574-019-0310-7
- (4) Dixon JB. The effect of obesity on health outcomes. *Mol Cell Endocrinol*. 2010;316(2):104-8. doi: 10.1016/j.mce.2009.07.008
- (5) Organisation mondiale de la santé. Les 10 principales causes de mortalité [En ligne]. 2020 [cité 4 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death#:~:text=Responsables%20de%2016%20%25%20de%20tous,8%2C9%20millions%20en%202019>.
- (6) Martin RC, Pan D, Ruiz J. Syndrome métabolique : syndrome fourre-tout des patients obèses ou entité spécifique ? Quel traitement : hygiène de vie ou polypill ? *Rev Médicale Suisse*. 2008;6:366-373. Disponible sur : <https://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse/2008/revue-medicale-suisse-143/syndrome-metabolique-syndrome-fourre-tout-des-patients-obeses-ou-entite-specifique-quel-traitement-hygiene-de-vie-ou-polypill>
- (7) FAO/OMS. Commission du Codex alimentarius [En ligne]. 1987. Disponible sur: <https://www.fao.org>
- (8) RS 817.022.17 - Ordonnance du DFI du 16 décembre 2016 sur les denrées alimentaires d'origine végétale, les champignons et le sel comestible (ODAIÖV) [En ligne]. 2020 [cité 27 nov 2022]. Disponible sur: <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/181/fr>
- (9) Fredot E. Sciences des aliments, étude des aliments végétaux et autres groupes. Santé Diététique Editions; 2020.
- (10) Agriculture et agroalimentaire Canada. Le marché mondial du vinaigre : Possibilités pour les exportateurs canadiens de vinaigre [En ligne]. 2010 [cité 10 déc 2022]. Disponible sur: https://www.agrireseau.net/marketing-agroalimentaire/documents/marche_vinaigre_.pdf
- (11) Edward R. Farnworth. Handbook of Fermented Functional Foods. Boca Raton: Edward R.(Ted) Farnworth; 2003.
- (12) Joyeux A, Lafon-Lafourcade S, Ribéreau-Gayon P. Evolution of acetic acidbacteria during fermentation and storage of wine. *Appl Environ Microbiol*. 1984;48(1):153-6. doi: 10.1128/aem.48.1.153-156.1984
- (13) Yamada Y, Yukphan P. Genera and species in acetic acid bacteria. *Int J Food Microbiol*. 2008;125(1):15-24. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2007.11.077

- (14) Gullo M, Caggia C, De Vero L, Giudici P. Characterization of acetic acid bacteria in "traditional balsamic vinegar". *Int J Food Microbiol.* 2006;106(2):209-12. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2005.06.024.
- (15) Cruess V. Commercial fruit and vegetable products. McGraw-Hill Inc; 1958
- (16) Natera R, Castro R, de Valme García-Moreno M, Hernández MJ, García-Barroso C. Chemometric studies of vinegars from different raw materials and processes of production. 2003;51(11):3345-51. doi: 10.1021/jf021180u17. Tesfaye W. Wine vinegar: technology, authenticity and quality evaluation. 2002;
- (17) Tesfaye W, Morales M.L, García-Parrilla M.C, Troncoso A.M. Wine vinegar: technology, authenticity and quality evaluation. 2002;13(1):12-21. doi: 10.1016/S0924-2244(02)00023-7
- (18) Chen H, Chen T, Giudici P, Chen F. Vinegar Functions on Health: Constituents, Sources, and Formation Mechanisms. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2016;15(6):1124-38. doi: 10.1111/1541-4337.12228
- (19) Slim K, Marquillier T. Les revues parapluies : un nouvel outil pour synthétiser les preuves scientifiques en chirurgie. *J Chir Viscérale.* 2022;159(2):150-156. doi: 10.1016/j.jchirv.2021.08.008
- (20) The Joanna Briggs Institute. The Joanna Briggs Institute Critical Appraisal tools for use in JBI Systematic Reviews: Checklist for Systematic Reviews and Research Syntheses [En ligne]. 2017 [cité 11 déc 2022]. Disponible sur : https://jbi.global/sites/default/files/2021-10/Checklist_for_Systematic_Reviews_and_Research_Syntheses.docx

8. Annexes

Annexe 1 : JBI checklist for systematic reviews and research syntheses

JBI CRITICAL APPRAISAL CHECKLIST FOR SYSTEMATIC REVIEWS AND RESEARCH SYNTHESSES

Reviewer _____ Date _____

Author _____ Year _____ Record Number _____

	Yes	No	Unclear	Not applicable
1. Is the review question clearly and explicitly stated?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Were the inclusion criteria appropriate for the review question?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Was the search strategy appropriate?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Were the sources and resources used to search for studies adequate?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Were the criteria for appraising studies appropriate?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Was critical appraisal conducted by two or more reviewers independently?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Were there methods to minimize errors in data extraction?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Were the methods used to combine studies appropriate?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Was the likelihood of publication bias assessed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Were recommendations for policy and/or practice supported by the reported data?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Were the specific directives for new research appropriate?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Overall appraisal: Include ☐ Exclude ☐ Seek further info ☐

Comments (including reason for exclusion)

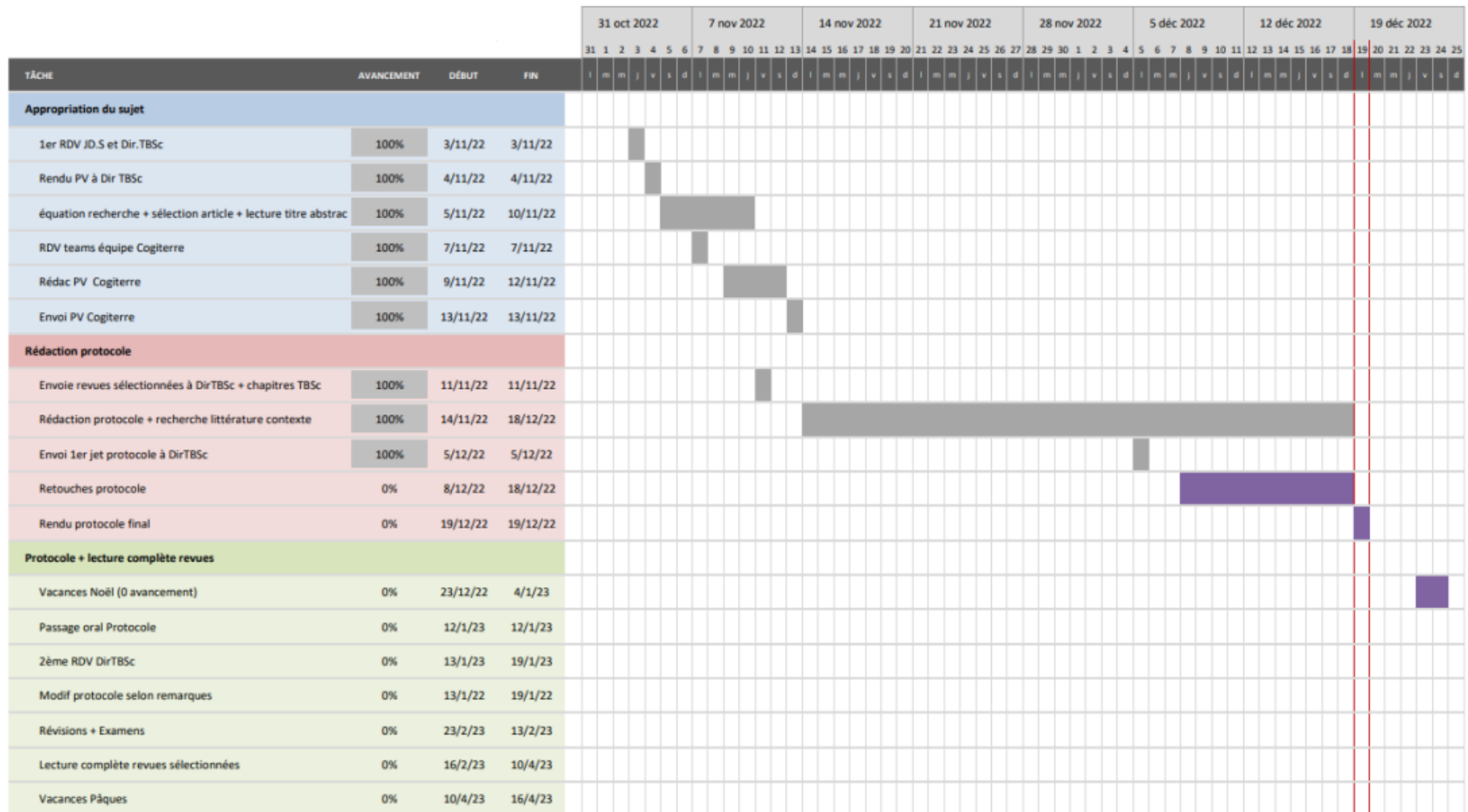
Annexe 2 : Tableau récapitulatif des revues systématiques

Auteurs et année de publication	Titre	Buts	Nombre d'études incluses	Design des études incluses dans RS	Taille totale de l'échantillon	Population (groupes)	Description intervention ou observation	Type d'outcomes	Qualité RS	Résultats
Aa et al. (2021)										

Annexe 3 : Tableau détaillé des études incluses dans les RS

RS	Auteur et année de publication	Titre	Buts	Design de l'étude	Taille totale de l'échantillon	Population (groupes)	Description intervention ou observation	Type d'outcomes	Résultats
AA et al. (2021)	Xx et al. (2016)								
	Yy et al. (2018)								
	Zz et al. (2012)								

Annexe 4 : Diagramme de Gantt



[illegible][illegible]

				20 févr 2023							27 févr 2023					6 mars 2023					13 mars 2023					20 mars 2023					27 mars 2023					3 avr 2023							10 avr 2023																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
				20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
TÂCHE	AVANCEMENT	DÉBUT	FIN	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Appropriation du sujet																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

[illegible]

[illegible]

Annexe 4 : Poster - Vinaigre alimentaire : prévention et gestion des troubles cardiométaboliques chez l'adulte ?

h e d s

Haute école de santé
Genève
Filière Nutrition et diététique

Vinaigre alimentaire : prévention et gestion des troubles cardiométaboliques chez l'adulte ?

AMENO Jonathan, BURLION Manon
Filière Nutrition et Diététique, Haute Ecole de Santé, HES-SO Genève, Suisse

Introduction

Les maladies cardiovasculaires et les troubles métaboliques demeurent parmi les problèmes de santé les plus répandus dans le monde et sont directement liés au mode de vie et à la nutrition. Parmi les nouvelles pistes nutritionnelles dans la prévention et gestion des maladies cardiométaboliques, le vinaigre émerge comme un potentiel candidat. Longtemps utilisé comme remède traditionnel, le vinaigre est un sujet de plus en plus étudié dans la littérature scientifique, notamment pour ses potentiels effets bénéfiques sur la glycémie, les dyslipidémies et l'hypertension. Comme de nombreuses études ont été réalisées pour identifier les effets sur les troubles cardiométaboliques, il devient important de synthétiser les résultats.

But de notre revue : présenter et analyser, toutes les données actuellement disponibles au sein de la littérature scientifique au sujet des effets du vinaigre sur les paramètres cardiométaboliques chez l'adulte.

Méthode

Design : revue parapluie de toutes les revues systématiques et méta-analyses incluant des études interventionnelles ayant analysé les effets du vinaigre (de toutes sortes) sur les paramètres anthropométriques, lipidiques et glycémiques, ainsi que la pression artérielle chez l'adulte.

Recherche documentaire :

- Identification et sélection des articles sur des bases de données scientifiques.
- Évaluation de la qualité des études selon la JBI Critical appraisal checklist for systematic reviews and research syntheses.

Extraction indépendante des données par les auteurs.

Sélection d'articles

Embase® PubMed Cochrane Library

Études identifiées
n = 38

Études retenues
(titre + résumé)
n = 9

Études incluses
n = 8

Résultats

Bénéfices observés



- Triglycérides,
- Cholestérol total
- Cholestérol LDL



- Glycémie à jeun
- Glycémie post-prandiale
- HbA1c



- Pression artérielle :
 - Systolique
 - Diastolique

Absences d'effets significatifs



- Poids
- Indice de masse corporelle
- Tour de taille
- Quantité de masse grasse



- Cholestérol HDL



- Insulinémie à jeun
- Insulinémie post-prandiale
- Indice de résistance à l'insuline

Les bénéfices semblent plus importants chez les individus présentant des troubles cardiométaboliques, mais subsistent cependant chez les individus sains.

Dose optimale : **30 ml/jour**

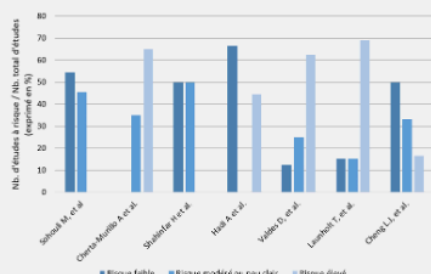
Durée optimale : **8-12 semaines**

Effets secondaires **négligeables**

Le **vinaigre de cidre** est le plus efficace



Fort **hétérogénéité** des résultats, en lien avec un fort pourcentage d'études (incluses dans les revues) présentant un risque de biais faible à modéré



* Une revue n'est pas représentée ici car elle n'a pas effectué de méta-analyse

Discussion

- Résultats des revues analysées hétérogènes
- Revues présentent plusieurs limites complexifiant la synthèse des résultats (interventions, groupes et contrôles divers)
- Hypothèses biologiques sous-tendant ces résultats encore peu claires
- Recherches nécessaires pour clarifier le rôle de l'acide acétique, des polyphénols contenus dans le vinaigre, ainsi que l'interaction entre ces éléments
- Le rôle du microbiote, et notamment la manière dont le vinaigre influence sa composition est une piste à investiguer
- Les futurs RCT devront porter une attention particulière envers l'uniformisation des doses/types de vinaigre utilisés et des placebos
- Attention à ce que l'apport en vinaigre n'induisse pas une consommation trop importante en graisses ou sucres raffinés (vinaigrette et autres condiments)

Take Home messages

- À ce jour, nous manquons de données probantes pour prôner la consommation de vinaigre dans la population générale
- Une alimentation équilibrée dans son ensemble reste le socle majeur dans la prévention et la gestion des troubles cardiométaboliques
- L'utilisation adjuvante de vinaigre reste néanmoins réalisable dans la gestion ou la prévention du syndrome métabolique
- Les résultats tendent à montrer que le vinaigre présenterait des effets bénéfiques sur les paramètres métaboliques chez l'humain
- Il existe encore une forte marge de progression concernant la recherche sur ce sujet

manonburlion@gmail.com
jonathanameno@hotmail.com

Hes-SO GENÈVE
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

10. Suppléments

Supplément 1 : Caractéristiques des études incluses dans les revues systématiques

Ce document est disponible sur demande auprès des auteurs.