



HAL
open science

Les fruits et légumes “ Biologiques ” sont-ils de qualité supérieure et meilleurs pour notre santé ?

Marie-Joséphine Amiot

► To cite this version:

Marie-Joséphine Amiot. Les fruits et légumes “ Biologiques ” sont-ils de qualité supérieure et meilleurs pour notre santé ?. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 2023, 58 (1), pp.45-52. <10.1016/j.cnd.2022.12.001>. <hal-03924983>

HAL Id: hal-03924983

<https://hal.inrae.fr/hal-03924983v1>

Submitted on 31 Mar 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC 4.0 - Attribution - Non-commercial use - International License

1 **Les fruits et légumes « Biologique » sont-ils de qualité supérieure et meilleurs pour**
2 **notre santé?**

3

4 Marie Josèphe Amiot-Carlin

5

6 MoISA, Univ Montpellier, CIHEAM-IAMM, CIRAD, INRAE, Institut Agro, IRD,
7 Montpellier, France

8 Email: marie-josephe.amiot-carlin@inrae.fr

9

Nombre de tables :

0

10 **Aucun conflit d'intérêts à déclarer**

11

1 **Résumé :**

2 Les aliments biologiques ont connu un important développement au cours de la dernière
3 décennie. L'objectif de cette revue de la littérature est de présenter les motivations et les
4 perceptions des consommateurs d'aliments biologiques, notamment les fruits et légumes, et
5 d'examiner les qualités nutritionnelles et sanitaires de ces produits ainsi que les conséquences
6 de leur consommation sur la santé.

7 Les aliments biologiques convainquent les consommateurs qu'ils sont plus sains, plus
8 savoureux et meilleurs pour l'environnement. Les différences sensorielles ne sont cependant
9 pas toujours perçues entre fruits ou légumes biologiques et conventionnels, et les préférences
10 peuvent aller vers les produits biologiques ou conventionnels.

11 Les fruits et légumes biologiques se caractérisent par des teneurs légèrement plus
12 élevées en polyphénols et en vitamine C, en certains minéraux (fer, magnésium) et par des
13 niveaux plus faibles de résidus de pesticides. En revanche, les données sur les mycotoxines et
14 les allergènes ne convergent pas toujours vers une meilleure qualité des produits biologiques.

15 Les études cliniques sur la consommation de fruits et légumes biologiques ne montrent
16 pas d'effets positifs sur les biomarqueurs antioxydants plasmatiques, les triglycérides, le
17 cholestérol ou la glycémie. Une consommation accrue de fruits et légumes conventionnels
18 augmente significativement l'exposition aux insecticides et aux organophosphates. Le passage
19 à une consommation accrue d'aliments biologiques dans le cadre d'un régime de style
20 méditerranéen riche en fruits et légumes réduirait l'exposition totale aux pesticides de plus de
21 90 %, ce qui pourrait expliquer certains des résultats positifs pour la santé associés à la
22 consommation d'aliments biologiques rapportés dans des études d'observation. Les pratiques
23 culinaires, notamment l'épluchage et le blanchiment, réduiraient également l'exposition aux
24 pesticides, fortement recommandée dans les périodes de grossesse et petite enfance.

25 D'autres études sont nécessaires pour fournir les preuves d'effets positifs suggérés des
26 fruits et légumes biologiques sur différentes cibles de santé.

27

28 **Mots clés :** consommateur, perception, goût, antioxydants, composés phénoliques,
29 flavonoides, minéraux, organophosphorés, pyréthroïdes, mycotoxines, patuline, ochratoxine,
30 allergènes, biomarqueurs urinaires et plasmatiques, maladies cardiovasculaires, cancers

31

32 Abbreviations : "bio" issus de l'agriculture biologique

33

1 **Title:** Are organic fruits and vegetables of higher quality and better for health?

2

3 **Abstract**

4 Organic food has grown significantly in the last decade. The objective of this literature review
5 is to present the motivations and perceptions of consumers of organic foods, including fresh
6 produce such as fruits and vegetables, and to examine the nutritional and health qualities of
7 organic fruits and vegetables and the health implications of their consumption.

8 Organic foods convince consumers that they are healthier, tastier and better for the
9 environment. However, sensory differences are not always perceived between organic and
10 conventional fruits or vegetables, and preferences may go towards organic or conventional
11 products.

12 Organic fruits and vegetables are characterized by a slightly higher content of
13 polyphenols and vitamin C, certain minerals (iron, magnesium) and lower levels of pesticide
14 residues. On the other hand, the data on mycotoxins and allergens do not always converge
15 towards a better quality of organic products.

16 Clinical studies on the consumption of organic fruits and vegetables do not show
17 positive effects on plasmatic antioxidant biomarkers, triglycerides, cholesterol or glycemia.
18 Increased consumption of conventional fruits and vegetables significantly increases exposure
19 to insecticides and organophosphates. Switching to greater consumption of organic foods in a
20 Mediterranean-style diet rich in fruits and vegetables would reduce total pesticide exposure by
21 more than 90 percent, which may explain some of the positive health outcomes associated
22 with organic food consumption reported in observational studies. Culinary practices,
23 including peeling and blanching, would also reduce pesticide exposure, which is highly
24 recommended during pregnancy and infancy.

25 Further studies are needed to provide evidence on the suggested positive effects of
26 organic fruits and vegetables on various health targets.

27

28 **Keywords:** perception, taste, antioxidants, vitamin C, polyphenols, flavonoids, minerals,
29 organophosphates, pyrethroids, mycotoxins, allergens, urine and plasma biomarkers,
30 cardiovascular diseases, cancers

31

32

33

1 **Points clés**

- 2 • Les différences perçues entre les fruits et légumes biologiques et conventionnels sont
3 presque inexistantes ou du moins légères.
- 4 • Les fruits et légumes biologiques ont des qualités nutritionnelles légèrement
5 supérieures aux produits conventionnels correspondants.
- 6 • Le risque de contamination par des résidus de pesticides est plus faible pour les fruits
7 et légumes biologiques que conventionnels.
- 8 • Une qualité nutritionnelle et une exposition réduite aux pesticides par la
9 consommation de fruits et légumes biologique ne semble pas entraîner un véritable
10 effet santé chez les adultes.
- 11 • Les pratiques culinaires d'épluchage et de blanchiment réduisent efficacement les
12 résidus de pesticides.

1 **Introduction**

2 Face aux enjeux de santé globale, la demande des consommateurs vers plus de qualités,
3 sensorielle, nutritionnelle, sanitaire, voire environnementale, a entraîné une augmentation de
4 la l'offre alimentaire biologique dont les produits frais comme les fruits et légumes. Les
5 tendances de croissance et de consommation "bio" ont augmenté depuis une décennie, avec
6 une stagnation observée dans le contexte de la pandémie de la COVID-19 [1]. En 2020, plus
7 de 9 Français sur 10 déclaraient avoir consommé des produits biologiques et 13% en
8 consomment même tous les jours [2]. Le FIBL (Institut de recherche de l'agriculture
9 biologique, Suisse) & l'IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements
10 [3] reporte pour l'année 2015 le classement des 3 pays ayant les plus grands marchés en "bio"
11 : les États-Unis (35,8 milliards d'euros), l'Allemagne (8,6 milliards d'euros) et la France (5,5
12 milliards d'euros). En Europe, les terres agricoles en "bio" ont augmenté, les pays ayant les
13 plus grandes superficies agricoles en "bio" étaient en 2015 l'Espagne (près de 2 millions
14 d'hectares), l'Italie (1,5 million d'hectares) et la France (1,4 million d'hectares). En 2016, la
15 révision du règlement de l'Union européenne (UE) sur l'agriculture biologique pour tous les
16 pays de l'UE a été un sujet important. La politique agricole commune (PAC) de l'UE reste une
17 politique clé pour le développement de l'agriculture, dont l'agriculture biologique. Avec les
18 composantes visuelles, olfactives et aromatiques, les attributs liés à la santé sont perçus par
19 les consommateurs comme les raisons les plus importantes d'acheter des aliments durables
20 [4]. Les consommateurs perçoivent les fruits et légumes biologiques comme durables, avec
21 une teneur plus élevée en vitamines et contenant moins ou pas de pesticides par rapport aux
22 fruits et légumes conventionnels [4].

23 Cet article de synthèse tente de répondre à 3 questions: quelles sont les déterminants
24 et les motivations des consommateurs de fruits et légumes biologiques? quelles sont les
25 différences en termes de qualités sensorielle, nutritionnelle et sanitaire entre fruits et légumes
26 biologiques et conventionnels? Est-ce que les différences de composition se répercutent sur la
27 santé?

28

29 **1. Perceptions et motivations des consommateurs de fruits et légumes bio**

30 Les consommateurs sont de plus en plus attirés par des produits plus naturels et des aliments
31 produits sans pesticide de synthèse. Une alimentation vers plus de "bio" convainc les
32 consommateurs qu'elle est plus saine, plus savoureuse et meilleure pour la environnement.
33 Une qualité supérieure attendue ou perçue, avec plus de goût, est fréquemment liée à la
34 fraîcheur [5]. La perception du risque et le comportement d'achat sont étroitement liés.

1 Certains consommateurs sont prêts à payer un peu plus des prix pour l'assurance de la qualité
2 sanitaire [4,6]. La volonté des consommateurs à payer plus pour des produits sans pesticides
3 est influencée par plusieurs facteurs tels que le genre féminin, le jeune âge, la catégorie socio-
4 professionnelle et le niveau d'éducation plus élevés, les perceptions négatives pour la santé et
5 les problèmes de durabilité [7,8,9,10]. Si les consommateurs acceptent de payer plus pour des
6 produits frais sans pesticides en raison des perceptions négatives des pesticides de synthèse,
7 ils ont des revenus plus élevés [11,12,13]. Par ailleurs les choix alimentaires peuvent varier
8 selon les catégories d'aliments. Pour les fruits et légumes consommés en "bio", les
9 motivations chez les plus forts consommateurs sont la santé et le goût [14]. Les
10 consommateurs sont aussi plus enclins à acheter en fonction de la provenance [15] et de la
11 production locale [12]. Si un label de qualité n'a pas toujours d'effet sur la perception des
12 consommateurs, le label "bio" a un fort impact sur le comportement des consommateurs [16].

13 En 2020, 90% des français consomment des produits biologiques contre un peu plus
14 de 50% en 2003 et plus de 80 % pensent que les produits biologiques sont meilleurs pour la
15 santé et presque 90 % considèrent qu'ils contribuent à préserver l'environnement [17]. Même
16 s'il y a une progression, le "bio" ne représente que 4,4 % de la consommation générale de
17 produits alimentaires, pour les raisons suivantes : des produits trop chers, un doute sur le vrai
18 "bio", un manque d'habitude d'en consommer et des produits qui ne correspondent pas
19 toujours aux besoins [17]. L'enquête de l'Agence Bio auprès de 2100 consommateurs français
20 montre qu'il existe une corrélation entre la pratique d'au moins un régime alimentaire avec le
21 fait de consommer des produits biologiques : c'est le cas pour le flexitarisme plus pratiqué par
22 les consommateurs de "bio" au quotidien [2]. Les résultats issus de la cohorte Nutrinet-santé
23 montrent que les consommateurs d'aliments biologiques, comparés aux non-consommateurs,
24 présentent un régime alimentaire globalement plus sain et plus riche en aliments d'origine
25 végétale, avec un coût monétaire de leur régime plus élevé [18,19]. La part de la
26 consommation de fruits, légumes, soupes et jus est la plus élevée dans le cluster des
27 consommateurs dénommés "verts forts consommateurs de bio" parmi les cinq grands clusters
28 caractérisés dans la cohorte Nutrinet-santé [14,19].

29

30 **2. Les différentes qualités des fruits et légumes Bio**

31 Une alimentation vers plus de produits biologiques convainc le public qu'elle est plus saine et
32 plus savoureuse. Pourtant, il est très difficile de comparer aliments biologiques et
33 conventionnels. Concernant les fruits ou légumes, une comparaison valable nécessite le même

1 cultivar, la proximité géographique des exploitations, des supports de culture identiques, les
2 mêmes conditions climatiques, et un système de culture comparable.

3

4 **2.1 Qualité sensorielle**

5 Globalement, il n'y a presque aucune ou du moins de légères différences perçues entre fruits
6 ou légumes biologiques et conventionnels. Par ailleurs, les préférences des consommateurs
7 peuvent être en faveur du "bio" ou au contraire du conventionnel.

8 Une meilleure perception du goût par les consommateurs pour les fruits biologiques
9 est probablement liée à leurs teneurs en sucre plus élevées [20]. Plus d'amertume a été perçue
10 dans l'huile d'olive bio en raison de teneurs en phénols plus élevées (composés phénoliques
11 amers) [21]. Un panel d'évaluation sensorielle a été mis en place pour une analyse de trois
12 attributs (couleur, arôme et saveur) de tomates d'un cultivar spécifique (Redondo) cultivées en
13 "bio" et en conventionnel [22]. Aucune indication n'a été donnée aux 50 panélistes. Les
14 tomates conventionnelles ont été préférées en termes de couleur : 68% ont "beaucoup aimé"
15 ou "aimé" contre 36% pour les fruits bio. Ce résultat est quelque peu surprenant, puisque les
16 mesures de l'angle de teinte, ainsi que les teneurs en lycopené, indiquaient que les tomates
17 biologiques étaient plus pigmentées. En ce qui concerne l'arôme, 20% des panélistes ont
18 "beaucoup aimé" les tomates biologiques contre 12% pour les fruits conventionnels, mais
19 25% ont jugé l'arôme désagréable des tomates biologiques alors que ce sont à peine plus de
20 10% des panélistes pour lesquels cette sensation désagréable a été perçue avec les tomates
21 conventionnelles, ce qui montre bien la nature subjective des préférences des consommateurs.
22 Dans l'étude de Vallverdú-Queralt *et al* [23], les jus obtenus à partir de cultivars de tomates
23 conventionnels espagnols et italiens présentaient des quantités de composés volatils plus
24 faibles que les jus biologiques ; cependant les jus de tomates biologiques étaient plus
25 diversifiés en termes de propriétés olfactives avec des composés à la fois désirables et
26 indésirables, expliquant pourquoi leurs arômes pouvaient être appréciés différemment par les
27 consommateurs.

28

29 **2.2 Qualité nutritionnelle**

30 Les fruits et légumes sont une source de fibres, de vitamines et minéraux et de composés
31 bioactifs (ou phytomicronutriments) antioxydants, comme les polyphénols et les caroténoïdes.
32 La qualité nutritionnelle des fruits et légumes biologiques serait légèrement supérieure aux
33 produits conventionnels.

1 Une méta-analyse à partir de 343 études incluant les fruits et légumes mais aussi les
2 céréales [24] montre que les concentrations en divers polyphénols (acides phénoliques,
3 flavanones, stilbènes, flavones, flavonols, anthocyanes) sont plus élevées dans les produits
4 végétaux biologiques, de +19 à +69% selon la famille. Pour d'autres antioxydants (certains
5 caroténoïdes, vitamine C), les différences sont généralement en faveur des produits
6 biologiques, mais avec des amplitudes plus faibles (de +6 à +12% selon les micronutriments).

7 Pour les macronutriments et les fibres, les teneurs ne sont pas statistiquement
8 différentes, à l'exception des protéines dont les teneurs sont moins élevées dans les céréales
9 biologiques (-15%), ce qui serait dû au moindre apport d'azote biodisponible pour la plante en
10 agriculture biologique [24]. L'étude de Mitchell *et al* [25] est tout à fait intéressante car elle
11 montre que la teneur en flavonoïdes augmente très significativement d'année en année dans
12 des tomates cultivées en "bio" sur la même parcelle, ce qui n'est pas le cas pour une culture
13 conventionnelle. Ces différences plus marquées en fonction du temps suscitent un
14 questionnement au niveau des tables de composition et l'analyse comparative entre biologique
15 et conventionnel.

16 Pour les minéraux, les différences sont faibles, avec toutefois des teneurs légèrement
17 supérieures en magnésium et en zinc dans les végétaux biologiques et des teneurs légèrement
18 plus faibles en chrome. Les concentrations en fer, magnésium, manganèse, potassium,
19 calcium ont été trouvées significativement plus élevées dans les parties comestibles des
20 tomates, de la laitue et des fraises issues de l'agriculture biologique par rapport à celles issues
21 de l'agriculture conventionnelle [26]. Les concentrations en fer étaient supérieures de 49,51%
22 dans la laitue biologique, 41,66% dans les tomates biologiques et 65,85%, dans les fraises
23 biologiques, par rapport aux produits conventionnels correspondants.

24

25 **2.3 La qualité sanitaire**

26 Les produits phytosanitaires compatibles avec l'agriculture biologique sont régis par la même
27 réglementation que les autres produits phytosanitaires. Les produits phytosanitaires utilisés en
28 "bio", même s'ils sont majoritairement d'origine naturelle, ne sont pas sans risque pour la
29 santé humaine et l'environnement.

30 Le risque de contamination par des résidus de pesticides est plus faible pour les
31 produits biologiques que conventionnels (différence de risque, -30% [IC, -23% à -37%])
32 [27]. Les fruits et légumes sont reconnus comme le groupe d'aliments contenant les niveaux
33 plus élevés de résidus de pesticides, avec une exposition à ces résidus plus élevée car la
34 plupart d'entre eux sont consommés crus [28]. L'étude de surveillance par Gomez-Ramos *et*

1 al [29] révèle que les fruits et légumes biologiques contiennent environ 5 fois moins de
2 résidus de pesticides que les échantillons non biologiques ; des résidus de pesticides ont pu
3 être quantifiés dans 48% d'échantillons conventionnels contre 10% d'échantillons biologiques.
4 Plusieurs études vont dans le même sens, à savoir que le nombre de résidus détectés était
5 moins élevé en "bio" qu'en conventionnel [30,31]. Si l'utilisation de pesticides de synthèse
6 n'est pas autorisée en agriculture biologique, les échantillons d'aliments biologiques
7 contiennent toujours des résidus de pesticides, ce qui pourrait être dû à certaines conditions
8 environnementales liées au sol, la pluie ou les eaux souterraines dans le cadre d'une proximité
9 d'exploitations conventionnelles.

10 Pour ce qui concerne les métaux lourds, les niveaux de cadmium ont été trouvés plus
11 faibles dans les salades et les tomates biologiques qu'en conventionnel et de manière
12 équivalente dans les fraises pour les deux systèmes de culture en Tunisie alors que pour le
13 cuivre leurs teneurs sont supérieures en "bio" versus conventionnel [26].

14 Concernant les nitrates, si leurs l'apports présentent des avantages sur la santé
15 cardiovasculaire [32], il existe toujours une inquiétude concernant un risque accru de cancers
16 gastro-intestinaux et, chez les nourrissons, de méthémoglobinémie, par la consommation de
17 nitrates et de nitrites dans les aliments[33]. Les légumes sont les contributeurs majoritaires
18 (entre 62 et 69 %) à l'exposition totale aux nitrates [34]. Les légumes, les fruits et les
19 charcuteries sont les sources de nitrites [34]. Les nitrites sont produits de manière endogène
20 par la réduction des nitrates par les bactéries commensales de la bouche et du tractus gastro-
21 intestinal et par l'oxydation de l'oxyde nitrique[35]. Les niveaux moyens de nitrates étaient
22 significativement plus élevés dans les épinards conventionnels que dans les épinards
23 biologiques ; Une augmentation maximale de 4 fois a été trouvée parmi les 27 cultivars
24 d'épinards étudiés, et 14 cultivars conventionnels contenaient plus de 100 mg de nitrate/100 g
25 de matière fraîche [36]. Ce légume-feuille tout comme la salade est particulièrement sensible
26 aux niveaux d'azote du sol.

27 La qualité sanitaire des produits biologiques est souvent discutée vis à vis de leurs
28 teneurs en mycotoxines. Il existe peu d'études dans la littérature concernant les fruits et
29 légumes. Parmi les mycotoxines des fruits, la patuline fait l'objet d'une attention particulière ;
30 elle est produite par un certain nombre d'espèces fongiques (champignons), principalement du
31 genre *Penicillium* qui contamine les *Pomaceae* (pommes, poires, coings). Une étude a été
32 conduite en Italie sur 169 produits à base de pomme et poire (jus/purées), dont 100 en
33 conventionnel et 69 en "bio" [37]. La patuline a été détectée dans 45 % des produits
34 biologiques et 26 % des produits conventionnels, avec des teneurs plus élevées dans les

1 échantillons biologiques que conventionnels, soit 4,78 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ et 1,15 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$
2 respectivement. Par contre, dans une étude conduite en République Tchèque, aucune
3 différence significative des teneurs en mycotoxines n'a été trouvée entre des pommes issues
4 de la production biologique ou celles de la lutte intégrée [38]. Les auteurs de cette dernière
5 étude mentionnent que les teneurs sont bien en deçà les valeurs limites toxicologiques, mais
6 mettent en garde sur la consommation de produits, qu'ils soient biologiques ou issues de la
7 lutte intégrée, destinés aux nourrissons et jeunes enfants ; en effet les échantillons analysés ne
8 respectaient pas la limite de 0,5 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, d'ochratoxine, naturellement présente dans de
9 nombreux produits végétaux, dont les fruits séchés (raisins secs) et jus de raisin.

10

11 **2.4 L'allergénicité**

12 La relation entre les pratiques de culture biologique et le potentiel allergène de fruits et de
13 légumes n'a fait l'objet que de rares études. Plusieurs allergènes ont été identifiés dans les
14 échantillons de tomates, de fraises et d'abricot: i) des profilines, petites protéines ubiquitaires
15 et pan-allergènes alimentaires végétaux à réaction croisée, identifiées dans des fruits comme
16 les pommes, les pêches, les poires et les fraises et dans des légumes comme le céleri et les
17 carottes ii) Bet v 1, allergène majeur du bouleau et ses protéines homologues détectées dans
18 des fruits tels que la pomme (Mal d 1) et la cerise (Pru av 1), et iii) des analogues de la
19 protéine de transfert des lipides, un pan-allergène alimentaire végétal à réaction croisée stable
20 bien connu; ces analogues allergènes sont le plus souvent présents dans les épidermes de
21 fruits tels que les pommes, les pêches, les abricots, les cerises, les prunes, les poires, les
22 framboises, les fraises [39]. Les tomates biologiques avaient des teneurs plus élevées en
23 profilines mais pas en Bet v1 [40]. Les abricots biologiques avaient un plus grand pouvoir
24 allergène, reflété par des niveaux plus élevés de profilines et de Bet v1 par rapport aux
25 abricots conventionnels [41]. Mais des résultats contraires ont été obtenus pour des fraises
26 biologiques dont les niveaux de Bet v1 ont été trouvés les plus bas (376,4 ng/g) par rapport
27 aux fraises conventionnelles (637,29 ng/g) [42]. Aussi, il est difficile de conclure sur
28 l'allergénicité des fruits ou légumes biologiques.

29

30 **3. Les effets santé des fruits et légumes bio versus conventionnels**

31 Même si les données concernant les qualités nutritionnelles (plus d'antioxydants) et sanitaires
32 (moins de pesticides) sont significativement supérieures pour les produits biologiques
33 [24,43,44,45], seuls des essais cliniques bien contrôlés permettent d'apporter des preuves d'un
34 bénéfice significatif sur la santé via l'augmentation de la teneur en antioxydants et la

1 diminution des résidus de pesticides de consommation de produits biologiques. Plusieurs
2 études cliniques ont été conduites avec un seul fruit ou légume biologique en étudiant l'effet
3 de leur consommation sur des biomarqueurs antioxydants, la glycémie ou encore des
4 biomarqueurs lipidiques [46,47,48,49]. Les résultats ne soutiennent pas une contribution
5 significativement différente des cultures biologiques par rapport aux cultures
6 conventionnelles sur l'amélioration (i) du statut antioxydant par la consommation de purées de
7 tomates [46], ou de carottes après blanchiment [47], ou de pommes [48] ou encore de jus de
8 raisin [49] (ii) de la glycémie, des triglycérides et du cholestérol [48]. Toutes ces études
9 convergent vers une très faible probabilité de mettre en évidence un effet biologique des fruits
10 ou légumes bio dans les essais cliniques qui ne testent qu'un seul aliment. Les études de
11 substitution d'un seul aliment n'ont montré aucun avantage et ne devraient pas être entreprises
12 sans données précliniques substantielles. Une étude clinique récente [50] a montré qu'une plus
13 grande consommation de fruits et légumes conventionnels accroît considérablement
14 l'exposition aux insecticides et aux organophosphorés et que le passage à la consommation
15 d'aliments biologiques en suivant un régime de type méditerranéen riche en fruits et légumes
16 réduisait l'exposition totale aux pesticides de plus de 90 %, ce qui pourrait expliquer en partie
17 les résultats positifs pour la santé liés à la consommation d'aliments biologiques rapportés
18 dans les études d'observation compilées dans la revue systématique de Vigar *et al* [51].
19 Cependant un bénéfice (ou absence de bénéfice) d'une alimentation totalement biologique est
20 difficile à démontrer expérimentalement. C'est pourquoi, il faut mobiliser d'autres types
21 d'études en épidémiologie nutritionnelle, notamment des études d'observation, pour
22 s'approcher d'une démonstration. Aussi, des études à long terme sur la substitution d'un
23 régime alimentaire complet, utilisant des interventions certifiées biologiques, seraient
24 nécessaires pour fournir des preuves les plus fiables en réponse à la question de savoir si un
25 régime biologique procure de véritables avantages mesurables pour la santé [51, 52].

26 Des études d'observation associent la consommation d'aliments biologiques à de plus
27 faibles risques (i) de surpoids/l'obésité [53], (ii) de syndrome métabolique [54], (iii) de
28 certains cancers [55], de pré-éclampsie [56], et d'hypospade et de cryptorchidie [57,58].
29 Plusieurs études montrent qu'un régime alimentaire biologique entraîne une exposition
30 réduite aux pesticides organophosphorés et aux insecticides (pyréthroïdes), retrouvés au
31 niveau des urines chez les adultes [59,60] et chez des populations plus vulnérables,
32 notamment les enfants [61] et les femmes enceintes [62]. De telles associations suggèrent
33 qu'une exposition alimentaire réduite aux pesticides serait un facteur important pour la santé.
34 Dans une étude prospective menée auprès de 170 142 participants issus de trois grandes

1 cohortes prospectives d'hommes et de femmes américain-es suivi-es pendant 14 ans, la
2 consommation de fruits et légumes selon le niveau de résidus de pesticides a été étudiée en
3 lien avec le risque de maladie coronarienne [63]. Les auteurs ont utilisé un système de
4 notation validé pour l'évaluation des résidus de pesticides dans les fruits et légumes en
5 utilisant les données de surveillance aux Etats-Unis [64] afin de classer les fruits et légumes
6 comme ayant des résidus de pesticides élevés (légumes feuilles verts, pommes, poivrons,
7 raisins...) ou faibles (agrumes, melon, carottes, tomates...). Les résultats de cette étude
8 prospective a montré qu'une plus grande consommation de fruits et légumes frais à faible
9 teneur en résidus de pesticides était associée à un risque plus faible de maladies
10 coronariennes, avec un risque inférieur de 20 % pour une consommation de 4 portions ou plus
11 par jour par rapport aux personnes consommant moins d'une portion par jour. Par ailleurs, la
12 consommation de fruits et légumes à forte teneur en résidus de pesticides n'était pas associée à
13 un risque plus élevé de maladies cardiovasculaires [63]. Une autre étude conduite par la
14 même équipe américaine a également montré qu'il y avait aucune relation entre les apports en
15 fruits et légumes à fortes ou faibles teneurs en résidus de pesticides et le risque de cancer tout
16 site confondu ou des cancers spécifiques, y compris ceux de certains sites (les lymphomes
17 non hodgkiniens, sein) [65] pour lesquels une incidence plus faible été associée à une plus
18 grande consommation d'aliments biologiques [55]. Les résultats de Sandoval-Insausti *et al*
19 [65] suggèrent que, malgré la cancérogénicité bien décrite de certains pesticides agricoles en
20 milieu professionnel, l'exposition aux résidus de pesticides par le biais d'une consommation
21 en fruits et légumes n'entraîne pas nécessairement une augmentation du risque chez l'adulte.
22 Cette absence d'effet suggère que les associations trouvées avec les aliments biologiques
23 pourraient renvoyer à d'autres facteurs associés à leur consommation, comme ceux d'une
24 meilleure hygiène de vie. Par ailleurs, les opérations culinaires d'épluchage et de blanchiment
25 réduiraient efficacement les résidus de pesticides [66], ce qui conduirait à une moindre
26 différence de la qualité globale entre fruits et légumes biologiques et conventionnels. Si une
27 exposition réduite aux pesticides par le biais de l'alimentation ne semble pas conduire à un
28 véritable effet biologique chez l'adulte, une moindre exposition aux pesticides au cours de la
29 grossesse et la jeune enfance est à considérer pour prévenir des troubles dans le
30 développement psychomoteur, cognitif ou comportemental de l'enfant [67].

31

32 **Conclusions et recommandations**

33 Les inquiétudes concernant les risques liés aux pesticides des fruits et légumes ne doivent pas
34 décourager leur consommation d'au moins 5 portions par jour, surtout pour une grande partie

1 de la population pour qui les produits biologiques sont plus chers. Diversifier les espèces et
2 les variétés de fruits et légumes dans l'alimentation permettrait d'améliorer la qualité
3 nutritionnelle de l'alimentation et de réduire une exposition trop élevée à certains
4 contaminants. Les recommandations actuelles pour la population générale adulte doivent
5 continuer à promouvoir une alimentation saine, riche en produits végétaux, qu'ils soient
6 conventionnels ou biologiques. Si pour des raisons budgétaires, on ne peut consommer des
7 fruits et légumes biologiques, ce n'est pas une raison pour se priver de ces aliments lorsqu'ils
8 sont conventionnels, avec des précautions de préparation avant consommation (lavage,
9 épluchage, blanchiment). Ces pratiques culinaires permet de diminuer l'exposition aux
10 contaminants, notamment au cours de la grossesse et la jeune enfance, périodes de
11 vulnérabilité pour la santé de l'enfant.

12

13 **Références**

14 [1] Agence Bio. DOSSIER DE PRESSE, 2022 (disponible en ligne
15 [https://www.agencebio.org/wp-content/uploads/2022/06/DP-final_AGENCE-BIO-10-](https://www.agencebio.org/wp-content/uploads/2022/06/DP-final_AGENCE-BIO-10-juin-2022.pdf)
16 [juin-2022.pdf](https://www.agencebio.org/wp-content/uploads/2022/06/DP-final_AGENCE-BIO-10-juin-2022.pdf)).

17 [2] Agence Bio DOSSIER DE PRESSE -18e Baromètre de consommation et de perception
18 des produits biologiques en France, 2021, 28 pages.

19 [3] FiBL & IFOAM—Organics International. The World of Organic Agriculture. Frick and
20 Bonn; ITC: Geneva, Switzerland, 2020 (disponible en ligne www.owc.ifoam.bio/2020)

21 [4] Moser R, Raffaelli R, Thilmany D. Consumer Preferences for Fruit and Vegetables with
22 Credence-Based Attributes: A Review. The International Food and Agribusiness
23 Management Review 2011;14:121–42.

24 [5] Suciú NA, Ferrari F, Trevisan M. Organic and conventional food: Comparison and future
25 research. Trends Food Sci Technol 2019; 84:49–51

26 [6] Yeung RMW, Morris J. Food Safety Risk: Consumer perception and purchase behaviour.
27 Br Food J 2001;103:170–87.

28 [7] Coulibaly O, Nouhoheflin T, Aitchedji CC, Cherry AJ, Adegbola P. Consumers'
29 perceptions and willingness to pay for organically grown vegetables. Int J Veg Sci
30 2011;17:349–62.

31 [8] Bazoche P, Combris P, Giraud-Heraud E, Seabra Pinto A, Bunte F, Tsakiridou E.
32 Willingness to pay for pesticide reduction in the EU: nothing but organic? Eur Rev Agric
33 Econ 2014; 41:87–109.

- 1 [9] Nandi R, Bokelmann W, Gowdru NV, Dias G. Factors influencing Consumers'
2 willingness to pay for organic fruits and vegetables: empirical evidence from a consumer
3 survey in India. *J Food Prod Mark* 2017;23:430–51.
- 4 [10] Meagher KD. Public perceptions of food-related risks: A cross-national investigation of
5 individual and contextual influences. *J Risk Res* 2019;22:919–35.
- 6 [11] Boccaletti S, Nardella M. Consumer willingness to pay for pesticide-free fresh fruit and
7 vegetables in Italy. *Int Food Agribus Manag Rev.* 2000;3:297–310.
- 8 [12] Denver S, Jensen JD. Consumer preferences for organically and locally produced apples.
9 *Food Qual Prefer* 2014;31:129–34; 51.
- 10 [13] Baudry J, Allès B, Péneau S, Touvier M, Méjean C, Hercberg S, et al. Dietary intakes
11 and diet quality according to levels of organic food consumption by French adults: cross-
12 sectional findings from the NutriNet-Santé Cohort Study. *Public Health Nutr.*
13 2017;20(4):638–48.
- 14 [14] Baudry J, Péneau S, Allès B, Touvier M, Hercberg S, Galan P, Amiot MJ, Lairon D,
15 Méjean C, Kesse-Guyot E. Food Choice Motives When Purchasing in Organic and
16 Conventional Consumer Clusters: Focus on Sustainable Concerns (The NutriNet-Santé
17 Cohort Study). *Nutrients.* 2017;9(2):88.
- 18 [15] Migliore A. Le consommateur face à une nouvelle donne: l'alimentation durable; Centre
19 International des Hautes-Etudes Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM):
20 Montpellier, France, 2009.
- 21 [16] Situmeang R, Situmeang F. The effects of quality and Bio Labels on the willingness-to-
22 pay. *Advanced Science Letters.* 2016.
- 23 [17] Merle et Piotrowski Pourquoi les consommateurs aiment le bio mais en achètent peu ?
24 *The Conversation.* 2020
- 25 [18] Kesse-Guyot E, Baudry J, Allès B, Péneau S, Touvier M, Méjean C, Amiot MJ, Galan P,
26 Hercberg S, Lairon D, Déterminants et corrélats de la consommation d'aliments issus de
27 l'agriculture biologique. Résultats du projet BioNutriNet. *Cahiers de Nutrition et de*
28 *Diététique* 2018; 53:43–52.
- 29 [19] Kesse-Guyot E, Lairon D, Allès B, Seconda L, Rebouillat P, Brunin J, Vidal R, Taupier-
30 Letage B, Galan P, Amiot MJ, Péneau S, Touvier M, Boizot-Santai C, Ducros V, Soler
31 LG, Cravedi JP, Debrauwer L, Hercberg S, Langevin B, Pointereau P, Baudry J. Key
32 Findings of the French BioNutriNet Project on Organic Food-Based Diets: Description,
33 Determinants, and Relationships to Health and the Environment. *Adv Nutr.* 2022;
34 13(1):208–24.

- 1 [20] Rembiałkowska E. Quality of plant products from organic agriculture. *J Science Food*
2 *Agriculture*. 2007;87:2757–62.
- 3 [21] Barbieri et al Do consumers recognize the positive sensorial attributes of extra virgin
4 olive oils related with their composition? A case study on conventional and organic
5 products *J Food Composition Analysis*. 2015; 44: 186–95.
- 6 [22] Vinha AF, Barreira SV, Costa AS, Alves RC, Oliveira MB. Organic versus conventional
7 tomatoes: influence on physicochemical parameters, bioactive compounds and sensorial
8 attributes. *Food Chem Toxicol*. 2014;67:139–44.
- 9 [23] Vallverdú-Queralt A, Bendini A, Tesini F, Valli E, Lamuela-Raventos RM, Toschi TG.
10 Chemical and sensory analysis of commercial tomato juices present on the Italian and
11 Spanish markets. *J Agric Food Chem*. 2013 Feb 6;61(5):1044–50.
- 12 [24] Barański M, Srednicka-Tober D, Volakakis N, Seal C, Sanderson R, Stewart GB,
13 Benbrook C, Biavati B, Markellou E, Giotis C, Gromadzka-Ostrowska J, Rembiałkowska
14 E, Skwarło-Sońta K, Tahvonon R, Janovská D, Niggli U, Nicot P, Leifert C. Higher
15 antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues
16 in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. *Br J Nutr*.
17 2014 Sep 14;112(5):794–811.
- 18 [25] Mitchell AE, Meyers KJ, Koh E. Organic Fruit and vegetables (pp 505-527).
19 In "Improving the Health-Promoting Properties of Fruit and Vegetable
20 Products"; Tomas-Barberan FA.; Gil M I, Eds.; Woodhead Publishing, Ltd.: Cambridge,
21 U.K., 2008.
- 22 [26] Hattab S, Bougattass I, Hassine R, Dridi-Al-Mohandes B. Metals and micronutrients in
23 some edible crops and their cultivation soils in eastern-central region of Tunisia: A
24 comparison between organic and conventional farming. *Food Chem*. 2019;270:293–98.
- 25 [27] Smith-Spangler C, Brandeau ML, Hunter GE, Bavinger JC, Pearson M, Eschbach PJ,
26 Sundaram V, Liu H, Schirmer P, Stave C, Olkin I, Bravata DM. Are organic foods safer
27 or healthier than conventional alternatives?: a systematic review. *Ann Intern Med*.
28 2012;157(5):348–66.
- 29 [28] Stachniuk A, Szmagara A, Czeczko R, Fornal E. LC-MS/MS determination of pesticide
30 residues in fruits and vegetables. *Journal of Environmental Science and Health Part B*.
31 2017;52(7):446–57.
- 32 [29] Gómez-Ramos MDM, Nannou C, Martínez Bueno MJ, Goday A, Murcia-Morales M,
33 Ferrer C, Fernández-Alba AR. Pesticide residues evaluation of organic crops. A critical
34 appraisal. *Food Chem X*. 2020;5:100079.

- 1 [30] Tobin R, Walsh T, Garvey J, Larkin T. Detection of Pesticide Residues in Organic and
2 Conventional Fruits and Vegetables Available in Ireland Using Gas Chromatography /
3 Tandem Mass Spectrometry (GC-MS/MS) and Liquid Chromatography / Tandem Mass
4 Spectrometry (LC-MS/MS) Detection. *Nutrition Health Food Sci.* 2014;2(1):1–7.
- 5 [31] Gonzalez M, Miglioranza KS, Aizpún de Moreno JE, Moreno VJ. Evaluation of
6 conventionally and organically produced vegetables for high lipophilic organochlorine
7 pesticide (OCP) residues. *Food and Chemical Toxicology.* 2005;43(2):261–69.
- 8 [32] Hord NG. Dietary nitrates, nitrites, and cardiovascular disease. *Curr Atheroscler Rep.*
9 2011;13(6):484-92.
- 10 [33] Hord NG, Tang Y, Bryan NS. Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic
11 context for potential health benefits. *Am J Clin Nutr.* 2009;90(1):1-10.
- 12 [34] ANSES Avis révisé et rapport relatif aux risques associés à la consommation de nitrites
13 et de nitrates (<https://www.anses.fr/fr/system/files/ERCA2020SA0106Ra.pdf>)
- 14 [35] Blekkenhorst LC, Bondonno NP, Liu AH, Ward NC, Prince RL, Lewis JR, Devine A,
15 Croft KD, Hodgson JM, Bondonno CP. Nitrate, the oral microbiome, and cardiovascular
16 health: a systematic literature review of human and animal studies. *Am J Clin Nutr.*
17 2018;107(4):504-522.
- 18 [36] Koh E, Charoenprasert S, Mitchell AE. *Effect of organic and*
19 *conventional cropping systems on ascorbic acid, vitamin C, flavonoids,*
20 *nitrate, and oxalate in 27 varieties of spinach (Spinacia oleracea L.). J*
21 *Agric Food Chem.* 2012;60(12):3144–50.
- 22 [37] Piemontese L, Solfrizzo M, Visconti A. Occurrence of patulin in conventional and
23 organic fruit products in Italy and subsequent exposure assessment. *Food Addit Contam.*
24 2005;22(5):437–42.
- 25 [38] Schonová P, Němečková M, Plhalová L, Maršálek P, Doubková V, Chloupek P,
26 Čaloudová J, Svobodová Z, Blahová J. Mycotoxins in apples coming from organic
27 production and integrated pest management. *Czech Journal of Food Sciences,* 2021
28 39(2): 100–05.
- 29 [39] Fernández-Rivas M. Fruit and vegetable allergy. *Chem Immunol Allergy.* 2015;101:162–
30 170.

- 1 [40] Słowianek M, Skorupa M, Hallmann E, Rembiałkowska E, Leszczyńska J. Allergenic
2 Potential of Tomatoes Cultivated in Organic and Conventional Systems. *Plant Foods*
3 *Hum Nutr.* 2016;71(1):35–41.
- 4 [41] Hallmann E., Rozpara E., Słowianek M., Leszczyńska J. The effect of organic and
5 conventional farm management on the allergenic potency and bioactive compounds status
6 of apricots (*Prunus armeniaca L.*) *Food Chem.* 2019; 279:171–178.
- 7 [42] Aninowski M, Kazimierczak R, Hallmann E, Rachtan-Janicka J, Fijoł-Adach E, Feledyn-
8 Szewczyk B, Majak I, Leszczyńska J. Evaluation of the Potential Allergenicity of
9 Strawberries in Response to Different Farming Practices. *Metabolites.* 2020
10 12;10(3):102.
- 11 [43] Hunter D, Foster M, McArthur JO, Ojha R, Petocz P, Samman S. Evaluation of the
12 micronutrient composition of plant foods produced by organic and conventional
13 agricultural methods. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2011;51(6):571-82..
- 14 [44] Bertrand C, Lesturgeon A, Amiot MJ, Dimier-Vallet C, Dufeu I, Habersetzer F, Lairon
15 D, Majou D, Mondéjar G, Taupier-Letage B, Tchamitchian M, Vidal R. Alimentation
16 biologique : état des lieux et perspectives. *Cahiers de Nutrition et de Diététique.*
17 2018;53(3):141–50.
- 18 [45] Popa ME, Mitelut AC, Popa EE, Stan A, Popa VI. Organic foods contribution to
19 nutritional quality and value. *Trends in Food Science & Technology.* 2019; 84:15–8.
- 20 [46] Caris-Veyrat C, Amiot MJ, Tyssandier V, Grasselly D, Buret M, Mikolajczak M,
21 Guillard JC, Bouteloup-Demange C, Borel P. Influence of organic versus conventional
22 agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomatoes and derived
23 purees; consequences on antioxidant plasma status in humans. *J Agric Food Chem.*
24 2004;52(21):6503–9.
- 25 [47] Stracke BA, Rüfer CE, Bub A, Briviba K, Seifert S, Kunz C, Watzl B. Bioavailability
26 and nutritional effects of carotenoids from organically and conventionally produced
27 carrots in healthy men. *Br J Nutr.* 2009;101(11):1664–72.
- 28 [48] Stracke BA, Rüfer CE, Bub A, Seifert S, Weibel FP, Kunz C, Watzl B. No effect of the
29 farming system (organic/conventional) on the bioavailability of apple (*Malus domestica*
30 Bork., cultivar Golden Delicious) polyphenols in healthy men: a comparative study. *Eur J*
31 *Nutr.* 2010;49(5):301–10.
- 32 [49] Toaldo IM, Cruz FA, da Silva EL, Bordignon-Luiz MT. Acute consumption of organic
33 and conventional tropical grape juices (*Vitis labrusca L.*) increases antioxidants in plasma

- 1 and erythrocytes, but not glucose and uric acid levels, in healthy individuals. *Nutr Res.*
2 2016;36(8):808–17.
- 3 [50] Rempelos L, Wang J, Barański M, Watson A, Volakakis N, Hoppe HW, Kühn-Velten
4 WN, Hadall C, Hasanaliyeva G, Chatzidimitriou E, Magistrali A, Davis H, Vigar V,
5 Średnicka-Tober D, Rushton S, Iversen PO, Seal CJ, Leifert C. Diet and food type affect
6 urinary pesticide residue excretion profiles in healthy individuals: results of a randomized
7 controlled dietary intervention trial. *Am J Clin Nutr.* 2022;115(2):364–77.
- 8 [51] Vigar V, Myers S, Oliver C, Arellano J, Robinson S, Leifert C. A systematic
9 review of organic versus conventional food consumption: is there a measurable benefit on
10 human health?. *Nutrients.* 2020;12:7.
- 11 [52] Barański M, Rempelos L, Iversen PO, Leifert C. Effects of organic food
12 consumption on human health; the jury is still out! *Food. Nutr Res.* 2017;61:1287333
- 13 [53] Kesse-Guyot E, Baudry J, Assmann KE, Galan P, Hercberg S, Lairon D. Prospective
14 association between consumption frequency of organic food and body weight change,
15 risk of overweight or obesity: results from the NutriNet-Santé Study. *Br J Nutr.* 2017;
16 117(2):325–34.
- 17 [54] Baudry J, Lelong H, Adriouch S, Julia C, Allès B, Hercberg S, Touvier M, Lairon D,
18 Galan P, Kesse-Guyot E. Association between organic food consumption and metabolic
19 syndrome: cross-sectional results from the NutriNet-Santé study. *Eur J Nutr.*
20 2018;57(7):2477–88.
- 21 [55] Baudry J, Assmann KE, Touvier M, Allès B, Seconda L, Latino-Martel P, Ezzedine K,
22 Galan P, Hercberg S, Lairon D, Kesse-Guyot E. Association of Frequency of Organic
23 Food Consumption With Cancer Risk: Findings From the NutriNet-Santé Prospective
24 Cohort Study. *JAMA Intern Med.* 2018;178(12):1597–606.
- 25 [56] Torjusen H, Brantsæter AL, Haugen M, Alexander J, Bakketeig LS, Lieblein G, Stigum
26 H, Næs T, Swartz J, Holmboe-Ottesen G, Roos G, Meltzer HM. Reduced risk of pre-
27 eclampsia with organic vegetable consumption: results from the prospective Norwegian
28 Mother and Child Cohort Study. *BMJ Open.* 2014;4(9):e006143.
- 29 [57] Brantsæter AL, Torjusen H, Meltzer HM, Papadopoulou E, Hoppin JA, Alexander J,
30 Lieblein G, Roos G, Holten JM, Swartz J, Haugen M. Organic Food Consumption during
31 Pregnancy and Hypospadias and Cryptorchidism at Birth: The Norwegian Mother and
32 Child Cohort Study (MoBa). *Environ Health Perspect.* 2016;124(3):357-64.
- 33 [58] Christensen JS, Asklund C, Skakkebaek NE, Jorgensen N, Andersen HR,
34 Jorgensen TM, Olsen LH, Hoyer AP, Moesgaard J, Thorup J et al. Association

- 1 between organic dietary choice during pregnancy and hypospadias in offspring: a study
2 of mothers of 306 boys operated on for hypospadias. *J Urol.* 2013;189:1077–82.
- 3 [59] Göen T, Schmidt L, Lichtensteiger W, Schlumpf M. Efficiency control of dietary
4 pesticide intake reduction by human biomonitoring *Int J Hyg Environ Health.* 2017;220
5 (254–60)
- 6 [60] Baudry J, Debrauwer L, Durand G, Limon G, Delcambre A, Vidal R, Taupier-Letage B,
7 Druesne-Pecollo N, Galan P, Hercberg S, Lairon D, Cravedi JP, Kesse-Guyot E. Urinary
8 pesticide concentrations in French adults with low and high organic food consumption:
9 results from the general population-based NutriNet-Santé. *J Expo Sci Environ Epidemiol.*
10 2019;29(3):366–78.
- 11 [61] Bradman, A.; Quirós-Alcalá, L.; Castorina, R.; Aguilar Schall, R.; Camacho, J.; Holland,
12 N.T.; Barr, D.B.; Eskenazi, B. Effect of organic diet intervention on pesticide exposures
13 in young children living in low-income urban and agricultural communities. *Environ.*
14 *Health Perspect.* 2015;123:1086–93.
- 15 [62] Curl CL, Porter J, Penwell I, Phinney R, Ospina M, Calafat AM. Effect of a 24-week
16 randomized trial of an organic produce intervention on pyrethroid and organophosphate
17 pesticide exposure among pregnant women. *Environ Int.* 2019;132:104957.
- 18 [63] Chiu YH, Sandoval-Insausti H, Ley SH, Bhupathiraju SN, Hauser R, Rimm EB, Manson
19 JE, Sun Q, Chavarro JE. Association between intake of fruits and vegetables by pesticide
20 residue status and coronary heart disease risk. *Environ Int.* 2019;132:105113.
- 21 [64] USDA. U.S. Department of Agriculture, Pesticide Data Program (PDP), annual summary.
22 2016 (URL: <https://www.ams.usda.gov/datasets/pdp>. Agricultural Marketing Service.
23 2000-2016).
- 24 [65] Sandoval-Insausti H, Chiu YH, Lee DH, Wang S, Hart JE, Mínguez-Alarcón L, Laden F,
25 Ardisson Korat AV, Birmann B, Heather Eliassen A, Willett WC, Chavarro JE. Intake of
26 fruits and vegetables by pesticide residue status in relation to cancer risk. *Environ Int.*
27 2021;156:106744.
- 28 [66] Chung SW. How effective are common household preparations on removing pesticide
29 residues from fruit and vegetables? A review. *J Sci Food Agric.* 2018;98(8):2857–70.
- 30 [67] Vrijheid M, Casas M, Gascon M, Valvi D, Nieuwenhuijsen M. Environmental pollutants
31 and child health-A review of recent concerns. *Int J Hyg Environ Health.* 2016;219(4-
32 5):331–42.