



itab

l'Institut de l'agriculture
et de l'alimentation biologiques

Quantification des externalités de l'Agriculture Biologique

Résumé santé



Fanny Cisowski, Céline Gentil Sergent,
Rodolphe Vidal, Natacha Sautereau
Mise à jour 2024

Soutenu par



Une étude ITAB avec l'appui de chercheurs INRAE, ISARA, INSERM

La réalisation de l'étude « **Quantification des externalités de l'Agriculture Biologique** » a été confiée à Natacha Sautereau, agronome, coordinatrice du pôle Durabilité-Transition à l'ITAB.

Sous la direction de Natacha Sautereau et après le précédent rapport sur les externalités de l'agriculture biologique publié en 2016, Fanny Cisowski, Bastien Dallaporta, Céline Gentil-Sergent, Eva Lacarce et Rodolphe Vidal ont analysé de mars 2022 à mars 2024 des articles scientifiques, concernant les questions d'évaluations des externalités sur le sol, la biodiversité, le climat, et la santé humaine. Ils ont échangé avec des experts de la thématique (INRAE, INSERM, ISARA) pour produire cette actualisation de l'état de l'art.

Les références ont été recherchées dans les bases de données bibliographiques internationales. L'analyse s'appuie en priorité sur des synthèses bibliographiques scientifiques, dont des méta-analyses. Des références françaises et internationales ont été prises en compte. A noter que le poids du contexte (pays, époque) dans les valeurs observées ou attribuées requiert une attention particulière, par rapport à la pertinence d'un transfert à d'autres contextes ou d'une extrapolation.

Cécile Détang-Dessendre, Directrice scientifique adjointe Agriculture et co-Directrice du métaprogramme bio METABIO d'INRAE a été référente INRAE pour appuyer la mission d'un point de vue institutionnel. Des recommandations ont été formulées par les membres du comité de pilotage, et du conseil scientifique de l'ITAB à deux reprises. A l'issue du travail d'analyse de la bibliographie et après la phase finale de rédaction des chapitres thématiques et de production des résumés, les résultats ont fait l'objet d'une restitution publique le 10 juin 2024.

La Collection "Externalités de l'AB"

Les résultats de cette étude sont présentés sous la forme de quatre chapitres, synthétisés eux-mêmes sous la forme de 4 résumés.

Vous trouverez dans cette collection :

- ▶ Les 4 chapitres qui la composent : **sol, climat, santé, biodiversité**
- ▶ Les 4 résumés de ces chapitres : **sol, climat, santé, biodiversité**
- ▶ La note synthétique de 4 pages

Tous les livrables de la collection sont téléchargeables sur le site : <https://vu.fr/hxujS>

Un résumé du chapitre santé

Ce document est un résumé du chapitre "Quantification des externalités de l'Agriculture Biologique : la santé", rédigé par Fanny Cisowski, ingénieure en agro-alimentaire, experte qualités des produits alimentaires, Céline Gentil-Sergent, Dr en agronomie, experte ACV, et santé environnementale, Rodolphe Vidal, expert qualités et transformation des produits alimentaires, sous la direction de Natacha Sautereau, agronome. La rédaction de ce chapitre a bénéficié en particulier des appuis extérieurs d'experts de la santé : Emmanuelle Kesse-Guyot (INRAE, INSERM), Denis Lairon (INSERM).

290 références bibliographiques ont été mobilisées et figurent dans le chapitre "Santé". Vous trouverez en fin de document une bibliographie sélective.

Ce résumé de chapitre pointe les principales externalités de l'Agriculture Biologique (AB) concernant la santé, en regard des pratiques couramment mises en œuvre en conventionnel, que ce soit dans la production comme dans la transformation des produits. Il aborde les effets de l'AB sur la santé de la population professionnelle agricole, de certaines sous-populations spécifiques, comme les riverains des parcelles agricoles ou les enfants, et de la population générale. Pour celle-ci, l'analyse s'appuie sur des études de cohortes avec des consommations différenciées, selon des parts de produits bio plus ou moins importantes.

Introduction

La santé humaine est sous l'influence de multiples interactions entre facteurs environnementaux (expositions à des polluants, nuisances...), biologiques (prédisposition génétique, âge, sexe...) et sociaux (catégories socio-professionnelles, conditions de logement...). Le concept « d'Une seule santé » (ou « One Health »), défini en 2008 et porté par l'Organisation des Nations Unies (ONU), vise à rendre compte des liens et interactions entre santé humaine, santé animale, et santé environnementale. Les études sur la santé sont de plus en plus nombreuses à l'adopter comme angle d'approche.

A dire d'experts, la fraction de maladies attribuables aux produits chimiques varie de 1 % à 40 % selon les types de produits chimiques et les maladies (Brignon et Payrastré, 2022). En ce qui concerne plus particulièrement les cancers, l'Agence Européenne pour l'Environnement estime que l'exposition à l'ensemble des polluants (pollution atmosphérique, à la fumée de tabac ambiante, au radon, aux rayonnements ultraviolets, à l'amiante, à certaines substances chimiques et à d'autres polluants) provoque plus de 10 % des cas de cancer en Europe.

I. Moindres impacts négatifs liés à l'utilisation réduite d'intrants en AB

La démarche d'étude est la suivante :

- ▶ Caractériser les différents intrants utilisés selon les modes de production et de transformation en Agriculture Biologique (AB) et en Agriculture Conventiionnelle (AC) ;
- ▶ Analyser les expositions directes ou indirectes par les voies respiratoire, cutanée, et orale via l'alimentation. L'**exposome** représente la totalité des expositions à des facteurs environnementaux, y compris celles liées au régime alimentaire, au comportement, et aux processus endogènes que subit l'organisme depuis *in utero* à la fin de vie ;
- ▶ Déterminer les effets liés à ces expositions : toxicologie et épidémiologie.

I.A. Les intrants de l'amont agricole

Les Produits PhytoPharmaceutiques (PPP)

Les PPP se présentent sous forme de préparations commerciales contenant la ou les substances actives (SA) et un ou des co-formulants (adjuvants, mouillants, synergisants...). Le risque de santé humaine lié à l'utilisation de PPP est évalué comme le résultat de la combinaison entre la toxicologie propre au PPP et l'exposition de la population (professionnels agricoles, riverains, consommateurs) à ce PPP et qui dépendra des propriétés physico-chimiques du PPP mais également de son utilisation. Les travailleurs et riverains sont principalement exposés par voie cutanée et respiratoire alors que les consommateurs sont eux principalement exposés par voie orale via l'alimentation.

Les évaluations concernent principalement les substances actives, or :

- ▶ Les substances actives sont **évaluées individuellement** mais peuvent avoir des **effets différents en mélange**. L'évaluation de ces mélanges est d'autant plus complexe que les voies d'exposition se conjuguent (air, eau, alimentation), et que les sources d'exposition peuvent être diverses. La difficulté est de prédire l'effet toxique d'une combinaison de substances (effet cocktail) à partir des effets individuels.

- ▶ Les substances actives sont associées à des **adjuvants dont les effets sont très peu évalués**. Certaines études montrent parfois que l'adjuvant a un effet toxicologique plus important que la substance active, alors qu'ils ne sont pas soumis à une Dose Journalière Admissible (DJA) (Vanlaeys *et al.*, 2018). Tous les adjuvants agricoles autorisés au niveau européen sont autorisés en AB.
- ▶ Les substances actives se dégradent en métabolites. Or, même si la réglementation française encadre la présence des PPP et de leurs métabolites dans l'alimentation et l'eau, **les effets des métabolites ne sont pas évalués systématiquement, ces derniers pouvant être potentiellement plus nocifs que la substance mère**.
- ▶ Certains mécanismes spécifiques sont particulièrement mal appréhendés, à savoir ceux des **perturbateurs endocriniens**. Leurs effets se font ressentir à "faibles doses" et de manière différenciée selon l'âge, la sensibilité à l'exposition à ces perturbateurs étant plus critique pour certaines phases de la vie (période prénatale, périnatale, petite enfance, adolescence et puberté).

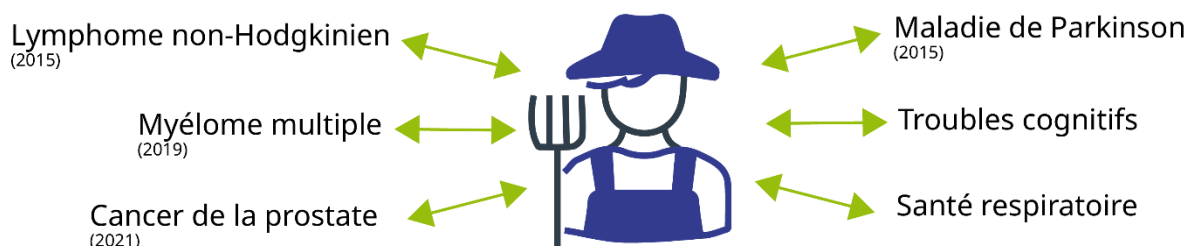
Enfin, seules **71 substances autres que les micro-organismes sont Utilisables en Agriculture Biologique (UAB)** selon le règlement (UE) 2021/1165 (version en date du 15/11/2023) et approuvées en comparaison de **294 substances non UAB** approuvées (site EUPD - EU Pesticide Database - au 23/05/2024). La majeure partie des substances actives des PPP UAB sont d'origine naturelle et sont généralement peu toxiques, voire même alimentaires (lactosérum, bière...). Néanmoins 6 d'entre elles (5 formes de cuivre et la lambda-cyhalothrine) sont candidates à la substitution (versus 44 en non UAB) et quelques-unes sont susceptibles d'avoir des effets sur la santé humaine et la biodiversité.

Caractérisation des expositions aux PPP

Les utilisateurs professionnels directs (agriculteurs, salariés agricoles, techniciens de l'industrie de production phytosanitaire) sont les plus fortement exposés. Les différentes voies d'exposition aux PPP sont cumulables : par exemple lors de la manipulation et de l'application de PPP ou de semences traitées, ou lors de la réentrée précoce dans une parcelle après traitement. **Les agriculteurs en production biologique sont non seulement moins exposés aux PPP, mais ils sont exposés à des substances actives (SA) dont la toxicité est moins élevée.**

Un consortium de cohortes agricoles AGRICOH (29 cohortes de 15 pays répartis sur les 5 continents) conclut que les agriculteurs ont un risque global de cancer inférieur au reste de la population, mais un risque plus élevé pour certaines formes (cancer de la prostate pour l'homme ; myélome multiple, mélanome cutané, cancer de l'ovaire

Pathologies associées à l'exposition aux PPP des professionnels agricoles (présomptions fortes de lien)



Pathologies associées à l'exposition aux PPP des professionnels agricoles. Année entre parenthèses : date de la reconnaissance en tant que maladie professionnelle (INSERM, 2021)

pour les femmes). L'expertise collective INSERM (2021) « Pesticides et santé » analyse plus de 5300 documents et montre des **présomptions fortes d'un lien entre l'exposition aux pesticides et six pathologies : lymphome non hodgkinien (LNH), maladie de Parkinson, myélome multiple, cancer de la prostate, troubles cognitifs, bronchopneumopathie chronique obstructive (BCPO) et bronchite chronique**, et des présomptions moyennes pour d'autres cancers et les pathologies thyroïdiennes. Le LNH et les troubles cognitifs seraient liés en particulier aux composés organophosphorés, et la maladie de Parkinson aux insecticides organochlorés et fongicides (zinèbe et zirame en particulier). Les présomptions fortes de liens entre l'exposition aux PPP et les maladies de Parkinson, LNH, et cancer de la prostate ont permis la reconnaissance par la Mutualité Sociale Agricole (MSA) de ces pathologies **comme maladies professionnelles directement liées à l'exposition aux PPP**. Par ailleurs, un nouveau tableau de maladie professionnelle dans le régime général a été créé pour le cancer de la prostate après exposition à des pesticides.

Au-delà de ces effets liés à l'utilisation des PPP, il faut aussi pointer les externalités sanitaires dites "délocalisées" liées à leur fabrication. En effet, la majorité des substances actives contenues dans les pesticides vendus en Europe est aujourd'hui fabriquée en dehors de l'UE : il faudrait pouvoir mesurer les effets sur la santé des fabricants de substances actives dans des pays tiers, et il faudrait également pouvoir intégrer les effets santé des PPP produits, mais non autorisés en Europe, et exportés dans les pays tiers.

Les proches riverains des parcelles agricoles sont également davantage exposés aux PPP que le reste de la population, mais encore peu étudiés. La plupart des études recensées ont mis en évidence que **les individus résidant à proximité de zones agricoles ont une exposition aux pesticides plus élevée que celle des groupes contrôle**. Le rapport INSERM (2021) indique un lien faible de présomption entre l'exposition des riverains des terres agricoles et la maladie de Parkinson et les troubles du spectre autistique chez l'enfant. Mancini et al., (2023) montrent un faible surrisque de leucémie aiguë lymphoblastique chez les enfants habitants dans des zones fortement viticoles. Une récente étude en Californie a montré (Kimberly et al., 2024) que l'exposition au Paraquat en proximité résidentielle augmente le risque de maladie de Parkinson.

Les enfants sont une population particulièrement sensible du développement prénatal à la petite enfance : les résultats des cohortes PÉLAGIE, MoBa, et des données spécifiques synthétisées dans l'expertise collective INSERM (2021), indiquent une **présomption forte de lien entre l'exposition aux PPP de la mère pendant la grossesse** (professionnelle ou environnementale, c.-à-d. en population générale) **ou chez l'enfant, et le surrisque chez l'enfant de développer certains cancers, en particulier les leucémies et les tumeurs du système nerveux central**, et de malformation congénitale (hypospadias).

Enfin, **les consommateurs y sont également exposés, majoritairement via l'alimentation**. Les substances appliquées ou leurs métabolites finissent dans les compartiments de l'environnement (air, eau, sol) et constituent ainsi une source de contamination indirecte pour la chaîne alimentaire, et ce pour des temps plus ou moins longs selon la rémanence des PPP (pollutions dites « héritées »). Les études indiquent qu'entre 40 % et 50 % des produits alimentaires en UE contiennent au moins un résidu quantifiable, et environ 5 % sont non conformes (EFSA, 2023). Les SA les plus souvent rencontrées sont les composés à base de cuivre, le mercure, les ions bromure, le fosétyl-aluminium, les chlorates, la chlordécone et les dithiocarbamates. Bien que l'utilisation de PPP de synthèse soit proscrite en AB, on peut retrouver des traces de ces pesticides dans les produits biologiques (usage frauduleux ou contamination environnementale), ainsi que des résidus de PPP autorisés en bio ; c'était le cas pour 17 % des échantillons de l'EFSA (2023). Ainsi, **les fréquences de quantification des résidus (autorisés ou non) dans les produits biologiques sont très largement inférieures à ce que l'on peut retrouver dans les aliments non certifiés**.

En outre, les concentrations moyennes de résidus quantifiés sur des fruits et légumes AB sont 100 fois inférieures à leurs équivalents conventionnels. Des différences s'observent surtout sur les catégories des fruits et légumes, tandis que les produits animaux présentent des écarts moins importants voire pas de différence comme sur la viande (Dervilly-Pinel et al., 2017).

Selon une étude, l'exposition à de fortes teneurs de résidus de PPP par la consommation de fruits et légumes, annulerait une grande partie du bénéfice nutritionnel de la consommation de ces aliments (Sandoval-Insausti et al., 2022).

De nombreuses études ont montré que les consommateurs de produits biologiques sont significativement moins exposés aux PPP de synthèse : **la consommation d'aliments biologiques réduit l'excrétion urinaire totale de résidus de PPP de synthèse de plus de 90 %** (Rempelos et al., 2021).

Des risques sanitaires associés à l'exposition aux résidus de PPP dans l'alimentation, même à faible dose ont été identifiés (Rizzati et al., 2016 ; Lukowicz et al., 2018). La grande cohorte française NutriNet-Santé (270 000 inscrits) a permis de nombreuses études chez l'adulte, montrant que certaines pathologies sont suspectées d'être liées à l'exposition aux PPP par l'alimentation (Baudry et al., 2021 ; Rebouillat et al., 2021 & 2022).

A noter que le rapport actualisé INSERM (2021) indique la **présomption forte d'un lien entre l'exposition au chlordécone de la population générale aux Antilles et le risque de survenue de cancer de la prostate**, et établit même une causalité.

La fertilisation azotée et phosphatée

La fertilisation azotée génère des impacts sur les écosystèmes et la santé humaine. Les incidences sur la santé humaine sont dues à **l'augmentation des concentrations de dioxyde d'azote (NO₂), d'ozone (O₃) induit par les oxydes d'azote (NO_x), et des particules secondaires PM₁₀ et PM_{2.5}** (Matière Particulaire de taille 10 et 2.5 µm). Une réduction de 50 % des émissions agricoles permettrait de réduire de 19 % les concentrations moyennes annuelles de PM_{2.5} et donc la mortalité liée à la pollution par les PM en Europe. Les données des enquêtes « Pratiques culturales » du Service de la Statistique et de la Prospective (SSP) du Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire en grandes cultures (2021), traitées dans le cadre du projet INCYVIE, indiquent un **moindre recours aux engrais azotés en grandes cultures en bio (48 N kg/ha en AB, comparées à 168 N kg/ha en conventionnel), ce qui permet de diminuer l'impact de la fertilisation sur les émissions nocives pour la santé.**

L'exposition aux nitrates a lieu par voie alimentaire et l'eau de boisson ; leur toxicité est due à leur transformation en nitrites classés cancérigènes probables par le CIRC (groupe 2A), avec des risques de cancer colorectal, cancer du sein, de maladies de la thyroïde et des anomalies du tube neuronal. De nombreuses études ont observé un risque accru, même dans le cas où la teneur en nitrates de l'eau consommée était inférieure aux limites réglementaires (Ward, 2018). Des études indiquent une moindre lixiviation en AB, (Garnier et al, 2016) **mentionnant un abattement de 50 % de la concentration en nitrate des eaux de surface.**

Par ailleurs, **la fertilisation phosphatée minérale contient des éléments traces métalliques problématiques tels que le cadmium, le plomb, l'arsenic, l'uranium, le chrome et le mercure.** Ces éléments présents dans les sols, sont prélevés par les plantes, les animaux et l'Homme. Le cadmium, classé cancérigène (groupe 1) par le CIRC, est également mutagène et toxique pour la reproduction. Il a notamment des impacts sur le système respiratoire, les reins, le système reproductif et le système squelettique. Or, 47 % des Français dépassent le seuil fixé par l'ANSES. **Dans les céréales biologiques, une plus faible teneur en cadmium (30 % inférieure) est**

retrouvée (Baranski et al. 2014). Mais l'étude de Baudry et al. (2019) **ne trouve aucune différence significative de la concentration plasmatique en cadmium sur des individus ayant une consommation importante en produits végétaux bio ou conventionnels.**

Les produits vétérinaires

Les produits vétérinaires utilisés en élevage sont principalement de deux types : les antiparasitaires et les antibiotiques. Ces derniers sont les plus étudiés : leur usage en santé animale contribue à sélectionner des souches bactériennes résistantes, dont les gènes de résistance peuvent être transmis à des bactéries pathogènes pour l'homme via le contact avec les animaux, par l'environnement ou via l'alimentation, ce qui contribue significativement à l'antibiorésistance.

L'usage de ces produits entraîne également le rejet d'antibiotiques dans l'environnement (eau et sol) et la présence éventuelle de résidus dans la viande et le lait. Les résultats du projet Someat n'ont pas permis de discriminer la prévalence de résidus d'antibiotiques entre bio et non bio sur 266 échantillons de viandes de 3 espèces différentes (cochon, bœuf et poulet) car seuls 11 échantillons présentaient des résidus au seuil de détection. Concernant les anticoccidiens, 19 échantillons se sont avérés positifs au seuil de détection en conventionnel et Label rouge (Dervilly-Pinel et al., 2017).

On estime à 1,27 million le nombre de décès par an dans le monde (12 000 en France) liés à l'antibiorésistance (Murray et al., 2022). **Par sa réglementation, l'AB contribue à une moindre utilisation d'antibiotiques : les résultats des études consultées suggèrent que l'AB est moins impactée par la prévalence des souches bactériennes résistantes, et peut contribuer à réduire le fardeau sanitaire de l'antibiorésistance** (Ager et al., 2023).

I.B. Les intrants de la transformation agro-alimentaire

Les additifs alimentaires

Les additifs sont ajoutés au cours de la fabrication dans des produits alimentaires, et doivent être mentionnés dans la liste des ingrédients ; ils peuvent être d'origine naturelle ou de synthèse. En Europe, l'EFSA définit une DJA pour certains additifs ; cependant, les niveaux maximaux autorisés se fondent sur les effets potentiels « individuels » de l'additif et ne prennent pas en compte l'éventuel « effet cocktail ».

Le règlement bio européen limite les additifs et les auxiliaires technologiques. L'objectif de la production d'aliments biologiques transformés est de se passer autant que possible de leur utilisation ; les **additifs autorisés en bio** sont définis et leur usage est encadré par l'annexe 5 du règlement CE 2021/1165 : il y en a **57, contre 340 dans l'alimentation au total en Europe.**

En France, **78 % des produits alimentaires transformés contiennent au moins un additif alimentaire** (Oqali, 2019). **Parmi les 50 additifs les plus fréquemment consommés, 14 pourraient présenter des risques pour la santé humaine** (nitrites de sodium, lécithines, mono et diglycérides d'acides gras, carraghénanes...) (Chazelas et al., 2021), **6 d'entre eux sont autorisés en bio.**

Les risques concernent souvent des pathologies inflammatoires et maladies chroniques de l'intestin, cancers colorectaux, gastriques et pancréatiques, cancer du sein et de la prostate, et diabète de type 2. En particulier, les nitrites/nitrates sont largement présents dans l'industrie de transformation des viandes pour limiter le

développement de bactéries pathogènes et stabiliser la couleur rose des charcuteries. Ils sont classés comme favorisant l'apparition de cancers colorectaux, du sein et de la prostate. Les produits carnés traités contribuent entre 41 % et 63 % de l'exposition totale en nitrites des consommateurs (ANSES, 2022). En **charcuterie bio**, la dose totale maximale de nitrates ou nitrites est de **80 mg/kg quand elle peut être de 300 mg/kg en charcuterie non bio**.

En outre, **les Aliments Ultra Transformés¹ (AUT) contiennent une variété d'additifs alimentaires, dont certains sont suspectés de nocivité**. Les études suggèrent que la consommation d'additifs alimentaires présents dans les aliments ultra-transformés peut augmenter le risque de maladies chroniques : une méta-analyse menée en 2020 (Lane et al., 2021) établit que leur consommation est associée à un risque accru de surpoids, d'obésité, de mortalité toutes causes confondues, de syndrome métabolique et de dépression chez les adultes. **Les aliments ultra-transformés conventionnels contiennent deux fois plus de marqueurs d'ultra-transformation (MUT) totaux que les AUT biologiques. L'offre alimentaire en produits biologiques propose moins d'aliments ultra-transformés**, bien que les aliments bio puissent contenir des marqueurs d'ultra-transformation -notamment huiles raffinées, extraits et arômes naturels, amidons natifs, sirop de glucose, lécithines et acide citrique (Davidou et al., 2022).

L'interdiction de nombre d'additifs problématiques pour la santé dans les aliments bio contribue à réduire l'exposition pour les consommateurs, tout comme les fortes restrictions de doses d'emploi et d'usages (comme pour les nitrites/nitrates par exemple). **Toutefois, nous ne disposons pas de données spécifiques sur la fréquence d'usage des additifs dans les produits bio ou leurs doses d'emploi, ce qui empêche d'évaluer l'exposition du consommateur. A l'échelle du régime alimentaire, l'impact sur la santé de ces restrictions de nombre d'additifs en alimentation bio n'est donc pas mesurable ou quantifiable avec les données à disposition.**

Les auxiliaires technologiques

Il s'agit de substances utilisées lors du traitement des denrées alimentaires, et dont les résidus, car techniquement inévitables, peuvent se retrouver dans le produit fini. Les auxiliaires technologiques ne sont pas soumis à l'obligation d'étiquetage contrairement aux additifs alimentaires, ce qui les invisibilise auprès du consommateur et rend indisponible toute information quant à leur présence ou leur fréquence d'utilisation en bio comme en conventionnel. L'exposition de la population à ces substances n'est donc pas évaluable à date. **Néanmoins, le règlement bio n'autorise que 42 auxiliaires technologiques quand plus de 400 sont autorisés en alimentation conventionnelle.**

II. En quoi les aliments bio se distinguent-ils ?

II.A. Les contaminants biotiques et abiotiques

La contamination fongique par des espèces libérant des mycotoxines dans les organes récoltés des cultures est questionnée en AB en raison de l'absence d'utilisation de fongicide de synthèse et de l'usage de fertilisants organiques. Les mycotoxines peuvent se développer au champ, pendant le stockage ou encore lors de la transformation de la récolte. **Les teneurs en mycotoxines dans les céréales et le lait seraient comparables**

¹ AUT (Aliments Ultra-Transformés) : aliments caractérisés par leur formulation comprenant des substances chimiquement modifiées extraites d'aliments, ainsi que des additifs utilisés pour améliorer le goût, la texture, l'apparence et la conservation (NB : La définition de l'ultra-transformation ne fait pas consensus).

en agriculture conventionnelle et biologique : de nombreux auteurs suggèrent que les conditions climatiques surtout, puis l'année, la localisation, le type de labour et la rotation de cultures influencent plus leur développement que le mode de production (Brodal et al., 2016 ; Pleadin et al., 2017 ; Meemken and Qaim, 2018 ; Gomiero ,2018, 2021).

Les contaminations bactériennes semblent similaires en agriculture conventionnelle et biologique (Murali et al., 2023).

En ce qui concerne les **contaminants chimiques hors PPP**, certains contaminants environnementaux (PCDD/F, PCBs, HBCD) et des éléments traces inorganiques (Zn, Cu, Cd, Pb, As) ont été retrouvés à **des niveaux plus élevés dans les échantillons biologiques**, du fait d'animaux plus âgés à l'abattage et/ou avec des accès à l'extérieur (Tressou et al., 2017 et Dervilly-Pinel et al., 2017).

II.B. La qualité nutritionnelle des produits

La majorité des études scientifiques et des méta-analyses s'accordent pour dire qu'il existe certaines différences de composition entre les aliments produits en bio et les aliments produits de façon conventionnelle (Reganold et al., 2016). Il est nécessaire de rappeler que les critères d'évaluation des attributs nutritionnels évoluent avec les connaissances scientifiques, et que les études ne peuvent donc pas toutes être comparées entre elles.

Les aliments végétaux biologiques (légumes, légumineuses et fruits) présentent une teneur en vitamines et minéraux (fer, magnésium, phosphore et zinc) supérieure de 5,7 % à celle de leurs équivalents cultivés de manière conventionnelle, ainsi qu'une teneur plus élevée en acides phénoliques et en composés phénoliques totaux, dont certains sont des agents de défense naturels pour les végétaux et peuvent également être importants pour la santé humaine. Les aliments végétaux biologiques contiennent également **davantage d'antioxydants - entre + 19 et + 86 %** - (Baranski et al., 2014).

Pour les produits animaux, quelle que soit l'espèce considérée, **les différences nutritionnelles observées portent essentiellement sur la qualité des profils en acides gras (plus particulièrement le ratio oméga 3/oméga 6), et montrent une valeur nutritionnelle supérieure des laits et viandes bio**, due à une alimentation plus riche en fourrages (Prache et al., 2020). Des études soulignent également le lien entre la qualité de l'alimentation et une meilleure composition nutritionnelle en bio pour les œufs et les poissons.

De façon générale, les AUT sont considérés comme étant nutritionnellement de moins bonne qualité. De nombreuses études montrent que plus les aliments sont ultra-transformés, plus ils contiennent d'acides gras trans, de matières grasses, de sucres ajoutés et de sodium, plus leur densité énergétique est importante, et plus ils sont associés à des apports nutritionnels déséquilibrés. Or, ils **constituent une part importante des apports énergétiques : entre 30 % et 80 % selon les pays** (Baldrige et al., 2019 ; Julia et al., 2018 ; Slimani et al., 2009). Pour ces produits, Dall'Astra et al., (2019) et Roperio et al., (2023) notent des différences positives dans les valeurs nutritionnelles entre produits bio et non bio, mais concluent toutefois que la certification bio ne peut pas être considérée comme une indication de meilleure qualité nutritionnelle globale. Cependant, une étude (USA) sur un échantillonnage large de produits montre que **les aliments biologiques transformés, toutes familles confondues, ont une teneur plus faible en sucre total, en sucres ajoutés, en acides gras saturés et en sodium** (Meadows et al., 2021). Par ailleurs, les produits transformés bio du marché français paraissent de meilleure qualité nutritionnelle selon le Nutriscore que les produits conventionnels, mais ce n'est pas une vision exhaustive de l'offre, le Nutriscore n'étant pas obligatoire.

II.C. Impacts sur la santé humaine

Une alimentation plus riche en nutriments potentiellement anti-inflammatoires et/ou antioxydants, tels que les polyphénols, aurait un effet de synergie pour moduler et réduire les risques de maladies associés à l'exposition aux polluants toxiques dans l'environnement et notre alimentation. Toutefois, **bien que les composés phénoliques et les oméga 3 soient réputés avoir des effets protecteurs contre certaines maladies chroniques chez l'homme, il est difficile de traduire ces différences au niveau du produit alimentaire en avantages sanitaires spécifiques quantifiables** procurés par un régime. En effet, ces différences nutritionnelles ne sont pas nécessairement corrélées à ce qui est effectivement métabolisé par les consommateurs (ceci dépend de multiples facteurs dont la biodisponibilité). Il est donc difficile de quantifier les bénéfices au niveau de la santé humaine de ces différences favorables à l'AB au niveau des aliments.

III. Régimes alimentaires biologiques et liens avec la santé

III.A. Caractérisation des consommateurs de produits biologiques

De nombreuses études caractérisent les consommateurs de produits biologiques. Sur le plan qualitatif, **les forts consommateurs de produits bio présentent un régime alimentaire nutritionnellement plus sain** et plus en adéquation avec les recommandations nutritionnelles nationales. Dans l'ensemble, **les forts consommateurs de bio ont un régime plus riche en produits végétaux** que les non-consommateurs de produits biologiques (Baudry et al., 2015). Une tendance inverse a été identifiée pour les viandes et les viandes transformées, les produits laitiers, les biscuits, les fast-foods et les sodas (Baudry et al., 2017). A noter que les produits végétaux étant plus fortement contaminés en résidus de PPP en AC, la végétalisation de l'alimentation doit nécessairement s'accompagner d'une transition vers l'AB pour limiter l'exposition.

III.B. Liens avec les impacts sur le métabolisme

Un syndrome métabolique correspond à l'association de plusieurs troubles du métabolisme liés à la présence d'un excès de graisse au niveau de la taille ; c'est un facteur prédictif de maladies cardiovasculaires qui affecte 20 % de la population adulte. **Des réductions de probabilité de surpoids et d'obésité d'environ 40 % et 50 % respectivement ont été observées pour les hommes et femmes (cohorte NutriNet-Santé) ayant la plus forte consommation d'aliments bio**, après prise en compte des facteurs de confusion (Kesse-Guyot et al., 2017). Par ailleurs, une **consommation plus élevée d'aliments biologiques d'origine végétale était également liée à une probabilité plus faible d'être atteint du syndrome métabolique** et de la plupart de ses composantes. Si l'on considère les facteurs liés au mode de vie (qualité nutritionnelle du régime alimentaire, tabagisme et activité physique), une association négative significative (i. e. plus on mange bio moins on risque de développer ce syndrome), a été détectée dans chaque sous-groupe, sauf chez les fumeurs (Baudry et al., 2018a).

III.C. Liens avec les différentes maladies non transmissibles

L'étude de diverses cohortes en France, aux Etats-Unis, au Danemark, au Royaume-Uni montre que **la consommation fréquente d'aliments biologiques : Est inversement associée à la prévalence du diabète chez les adultes, avec des réductions de 20 % à 35 % selon les études américaine et française**, après ajustement pour tenir compte de l'âge, du sexe, de la race ou de l'origine ethnique, des antécédents familiaux de diabète, du statut socio-économique et des facteurs liés à l'alimentation et au mode de vie (Sun et al., 2018 ; Kesse-Guyot et al., 2020,). Pour la cohorte danoise (Andersen

et al., 2023a), **une diminution de 5% du risque de développer ce type de diabète** pour une augmentation du score de fréquence de consommation d'aliments bio de 6 points est observée.

► Implique un **risque diminué de 25 % de développer un cancer de manière générale** (pour une consommation d'aliments biologiques supérieure à 70 % des aliments), **un risque diminué de 34 % pour le cancer du sein postménopause** en particulier, et un **risque diminué de 86 % pour les lymphomes totaux et non hodgkiniens – LNH** - dans le cadre de **la cohorte française BioNutriNet** (Baudry et al., 2018b). Il faut noter que des ajustements ont été faits sur les régimes, et sur les AUT dans un des modèles.

Cependant, si l'étude de la cohorte anglaise (Bradbury et al., 2014) converge sur la **diminution du risque par rapport au LNH (-21 %)**, **ce n'est pas le cas sur le sein**. Et a contrario, l'étude danoise (Andersen et al., 2023b) indique un **moindre risque de cancer de l'estomac (-51 %)**, **mais une augmentation du risque LNH (+92 %)** chez les grands consommateurs de bio par rapport aux personnes ne mangeant jamais d'aliments biologiques.

► Est inversement associée à la présence de biomarqueurs de l'inflammation (protéine C-réactive) (Ludwig-Borycz et al., 2021). La significativité du lien diminue lorsque l'ajustement est fait sur la part de végétalisation du régime.

Plusieurs auteurs soulignent qu'une forte fréquence de consommation d'aliments bio pourrait être un indicateur d'un style de vie plus sain (ou plus aisé) et de ce fait, ils ne peuvent exclure un biais de facteurs confondants non identifiés dans leurs études respectives.

Conclusion

Cette revue de littérature permet de conclure à de nombreux atouts pour la santé humaine de l'AB par rapport à l'AC.

Ceux-ci sont particulièrement liés aux effets dus aux différentiels d'intrants, et en particulier aux PPP, notamment pour les populations professionnelles les plus exposées.

La population générale est aussi exposée aux résidus de PPP, retrouvés dans les aliments, apportés de façon volontaire ou fortuite, et ce de façon différenciée entre AB/AC avec non seulement une fréquence diminuée de 30 %, mais également des concentrations moyennes de résidus observées 100 fois inférieures à leurs équivalents conventionnels en fruits et légumes AB.

Les atouts de la consommation d'aliments biologiques par rapport aux aliments conventionnels sont également liés à des **niveaux plus faibles de cadmium** (une étude indique 30 % en moins), et de nitrates. Cependant, aucune différence significative de la concentration plasmatique en cadmium n'est observée sur des individus ayant une consommation importante en produits végétaux bio ou conventionnels.

Par ailleurs, par son moindre usage d'antibiotiques, l'AB contribue moins au phénomène d'antibiorésistance, qui est un enjeu de santé publique croissant.

La formulation des produits transformés bio pourrait également avoir un impact positif par i) une meilleure formulation (moins de sucre et de sel ajoutés), par ii) la limitation des additifs autorisés - et ainsi l'évitement de certains additifs problématiques - et iii) via la part moins importante d'aliments ultra-transformés.

Par ailleurs, **si les produits bio ont des niveaux potentiellement plus élevés de composés phytochimiques et une composition en acides gras davantage favorables à la santé**, Vigar et al. (2020) rappellent que ce qui est **susceptible d'être plus important que les différences de composition entre bio et conventionnel, c'est ce que les aliments biologiques ne contiennent pas.**

Ainsi, les végétaux étant de loin les aliments les plus contaminés par les PPP, privilégier les aliments végétaux bio permet de réduire notablement l'exposition aux PPP de synthèse, ce que préconise le Programme National Nutrition Santé (PNNS4).

La consommation régulière d'aliments biologiques est associée à un risque réduit d'obésité, de diabète de type 2, de cancer du sein postménopause et de lymphome non-hodgkinien dans le cadre de certaines études, bien que ces résultats ne soient pas toujours convergents selon les cohortes. En effet, certaines associations nécessitent i) d'être étudiées dans d'autres contextes, ii) sur des pas de temps plus longs, iii) voire d'être couplées à des études expérimentales pour être confirmées.

Enfin, Kesse-Guyot et al., (2022) pointent que l'adoption des recommandations alimentaires du PNNS4 (adopter un régime alimentaire sain et privilégier la consommation bio) par une large partie de la population pourrait contribuer à la prévention des maladies chroniques tout en réduisant les pressions sur l'environnement liées au système agri-alimentaire. L'adhésion aux recommandations pourrait permettre une alimentation de meilleure qualité nutritionnelle, une nette réduction de l'exposition aux pesticides par l'alimentation conduisant à une santé améliorée et moins d'externalités négatives sur les ressources naturelles et le climat, pour un prix d'achat de l'alimentation légèrement supérieur (+0.9 €/jour/personne) (Seconda et al., 2018).

Bibliographie

- Ager, E.O., Carvalho, T., Silva, E.M., Ricke, S.C., Hite, J.L., 2023. Global trends in antimicrobial resistance on organic and conventional farms. *Sci Rep* 13, 22608. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47862-7>
- Andersen, J.L.M., Frederiksen, K., Hansen, J., Kyrø, C., Overvad, K., Tjønneland, A., Olsen, A., Raaschou-Nielsen, O., 2023. Organic food consumption and the incidence of cancer in the Danish diet, cancer and health cohort. *Eur J Epidemiol* 38, 59–69. <https://doi.org/10.1007/s10654-022-00951-9>
- Ansersen J.L., et al, 2023a, Organic food consumption and the incidence of type 2 diabetes mellitus in the Danish Diet, Cancer and Health cohort DOI :<https://doi.org/10.1016/j.diabres.2023.110972>
- ANSES, 2022. AVIS révisé et RAPPORT de l'Anses relatif aux risques associés à la consommation de nitrites et de nitrates Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. URL <https://www.anses.fr/fr/content/avis-r%C3%A9vis%C3%A9-et-rapport-de-lanses-relatif-aux-risques-associ%C3%A9s-%C3%A0-la-consommation-de-nitrites> (accessed 8.25.23)
- Baldrige, A.S., Huffman, M.D., Taylor, F., Xavier, D., Bright, B., Van Horn, L.V., Neal, B., Dunford, E., 2019. The Healthfulness of the US Packaged Food and Beverage Supply: A Cross-Sectional Study. *Nutrients* 11, 1704. <https://doi.org/10.3390/nu11081704>
- Barański, M., Srednicka-Tober, D., Volakakis, N., Seal, C., Sanderson, R., Stewart, G.B., Benbrook, C., Biavati, B., Markellou, E., Giotis, C., Gromadzka-Ostrowska, J., Rembiałkowska, E., Skwarło-Sońta, K., Tahvonen, R., Janovská, D., Niggli, U., Nicot, P., Leifert, C., 2014. Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. *Br J Nutr* 112, 794–811. <https://doi.org/10.1017/S0007114514001366>
- Baudry, J., Allès, B., Péneau, S., Touvier, M., Méjean, C., Hercberg, S., Galan, P., Lairon, D., Kesse-Guyot, E., 2017. Dietary intakes and diet quality according to levels of organic food consumption by French adults: cross-sectional findings from the NutriNet-Santé Cohort Study. *Public Health Nutrition* 20, 638–648. <https://doi.org/10.1017/S1368980016002718>
- Baudry, J., Assmann, K.E., Touvier, M., Allès, B., Seconda, L., Latino-Martel, P., Ezzedine, K., Galan, P., Hercberg, S., Lairon, D., Kesse-Guyot, E., 2018a. Association of Frequency of Organic Food Consumption With Cancer Risk: Findings From the NutriNet-Santé Prospective Cohort Study. *JAMA Intern Med* 178, 1597–1606. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2018.4357>
- Baudry, J., Ducros, V., Druesne-Pecollo, N., Galan, P., Hercberg, S., Debrauwer, L., Amiot, M.J., Lairon, D., Kesse-Guyot, E., 2019. Some Differences in Nutritional Biomarkers are Detected Between Consumers and Nonconsumers of Organic Foods: Findings from the BioNutriNet Project. *Curr Dev Nutr* 3, nzy090. <https://doi.org/10.1093/cdn/nzy090>
- Baudry, J., Lelong, H., Adriouch, S., Julia, C., Allès, B., Hercberg, S., Touvier, M., Lairon, D., Galan, P., Kesse-Guyot, E., 2018b. Association between organic food consumption and metabolic syndrome: cross-sectional results from the NutriNet-Santé study. *Eur J Nutr* 57, 2477–2488. <https://doi.org/10.1007/s00394-017-1520-1>
- Baudry, J., Méjean, C., Allès, B., Péneau, S., Touvier, M., Hercberg, S., Lairon, D., Galan, P., Kesse-Guyot, E., 2015. Contribution of Organic Food to the Diet in a Large Sample of French Adults (the NutriNet-Santé Cohort Study). *Nutrients* 7, 8615–8632. <https://doi.org/10.3390/nu7105417>
- Baudry, J., Rebouillat, P., Allès, B., Cravedi, J.-P., Touvier, M., Hercberg, S., Lairon, D., Vidal, R., Kesse-Guyot, E., 2021. Estimated dietary exposure to pesticide residues based on organic and conventional data in omnivores, pesco-vegetarians, vegetarians and vegans. *Food Chem Toxicol* 153, 112179. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112179>
- Bradbury, K.E., Balkwill, A., Spencer, E.A., Roddam, A.W., Reeves, G.K., Green, J., Key, T.J., Beral, V., Pirie, K., Million Women Study Collaborators, 2014. Organic food consumption and the incidence of cancer in a large prospective study of women in the United Kingdom. *Br J Cancer* 110, 2321–2326. <https://doi.org/10.1038/bjc.2014.148>
- Brignon, J.-M., Gamet-Payrastra, L., 2022. Impacts des produits chimiques sur la santé. *ADSP* 120, 32–37.
- Brodal, G., Hofgaard, I., Eriksen, G., Bernhoft, A., Sundheim, L., 2016. Mycotoxins in organically versus conventionally produced cereal grains and some other crops in temperate regions. *World Mycotoxin Journal* 9, 1–16. <https://doi.org/10.3920/WMJ2016.2040>
- Chazelas, E., Druesne-Pecollo, N., Esseddik, Y., De Edelenyi, F.S., Agaesse, C., De Sa, A., Lutchia, R., Rebouillat, P., Srour, B., Debras, C., Wendeu-Foyet, G., Huybrechts, I., Pierre, F., Coumoul, X., Julia, C., Kesse-Guyot, E., Allès, B., Galan, P., Hercberg, S., Deschasaux-Tanguy, M., Touvier, M., 2021. Exposure to food additive mixtures in 106,000 French adults from the NutriNet-Santé cohort. *Sci Rep* 11, 19680. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98496-6>
- Dall'Asta, M., Angelino, D., Pellegrini, N., Martini, D., 2020. The Nutritional Quality of Organic and Conventional Food Products Sold in Italy: Results from the Food Labelling of Italian Products (FLIP) Study. *Nutrients* 12, 1273. <https://doi.org/10.3390/nu12051273>
- Davidou, S., Frank, K., Christodoulou, A., Fardet, A., 2022. Organic food retailing: to what extent are foods processed and do they contain markers of ultra-processing? *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 73, 172–183. <https://doi.org/10.1080/09637486.2021.1966395>
- Dervilly-Pinel, G., Guérin, T., Minvielle, B., Travel, A., Normand, J., Bourin, M., Royer, E., Dubreil, E., Mompelat, S., Hommet, F., Nicolas, M., Hort, V., Inthavong, C., Saint-Hilaire, M., Chafey, C., Parinet, J., Cariou, R., Marchand, P., Le Bizec, B., Verdon, E., Engel, E., 2017. Micropollutants and chemical residues in organic and conventional meat. *Food Chemistry* 232, 218–228. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.013>
- EFSA, E.F.S., Carrasco Cabrera, L., Di Piazza, G., Dujardin, B., Medina Pastor, P., 2023. The 2021 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA Journal* 21, e07939. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.7939>
- Garnier, J., Anglade, J., Benoit, M., Billen, G., Puech, T., Ramarson, A., Passy, P., Silvestre, M., Lassaletta, L., Trommenschlager, J.-M., Schott, C., Tallec, G., 2016. Reconnecting crop and cattle farming to reduce nitrogen losses to river water of an intensive agricultural catchment (Seine basin, France): past, present and future. *Environmental Science & Policy* 63, 76–90. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.04.019>
- Gomiero, T., 2021. Chapter 2 - Organic agriculture: impact on the environment and food quality, in: Galanakis, C.M. (Ed.), *Environmental Impact of Agro-Food Industry and Food Consumption*. Academic Press, pp. 31–58. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821363-6.00002-3>
- Gomiero, T., 2018. Food quality assessment in organic vs. conventional agricultural produce: Findings and issues. *Applied Soil Ecology, HUMUSICA 3 - Reviews, Applications, Tools* 123, 714–728. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.10.014>
- INSERM, 2021. Pesticides et santé - Nouvelles données (2021) · Inserm, La science pour la santé.
- Julia, C., Martinez, L., Allès, B., Touvier, M., Hercberg, S., Méjean, C., Kesse-Guyot, E., 2018. Contribution of ultra-processed foods in the diet of adults from the French NutriNet-Santé study. *Public Health Nutr* 21, 27–37. <https://doi.org/10.1017/S1368980017001367>
- Kesse-Guyot, E., Baudry, J., Assmann, K.E., Galan, P., Hercberg, S., Lairon, D., 2017. Prospective association between consumption frequency of organic food and body weight change, risk of overweight or obesity: results from the NutriNet-Santé Study. *Br J Nutr* 117, 325–334. <https://doi.org/10.1017/S0007114517000058>
- Kesse-Guyot, E., Lairon, D., Allès, B., Seconda, L., Rebouillat, P., Brunin, J., Vidal, R., Taupier-Letage, B., Galan, P., Amiot, M.-J., Péneau, S., Touvier, M., Boizot-Santai, C., Ducros, V., Soler, L.-G., Cravedi, J.-P., Debrauwer, L., Hercberg, S., Langevin, B., Pointereau, P., Baudry, J., 2022. Key Findings of the French BioNutriNet Project on Organic Food-Based Diets: Description, Determinants, and Relationships to Health and the Environment. *Advances in Nutrition* 13, 208–224. <https://doi.org/10.1093/advances/nmab105>
- Lane, M.M., Davis, J.A., Beattie, S., Gómez-Donoso, C., Loughman, A., O'Neil, A., Jacka, F., Berk, M., Page, R., Marx, W., Rocks, T., 2021. Ultra-processed food and chronic noncommunicable diseases: A systematic review and meta-analysis of 43 observational studies. *Obesity Reviews* 22, e13146. <https://doi.org/10.1111/obr.13146>
- Ludwig-Borycz, E., Guyer, H.M., Aljahdali, A.A., Baylin, A., 2021. Organic food consumption is associated with inflammatory biomarkers among older adults. *Public Health Nutr* 24, 4603–4613. <https://doi.org/10.1017/S1368980020005236>
- Lukowicz, C., Ellero-Simatos, S., Régnier, M., Polizzi, A., Lasserre, F., Montagner, A., Lippi, Y., Jamin, E.L., Martin, J.-F., Naylies, C., Canlet, C., Debrauwer, L., Bertrand-Michel, J., Al Saati, T., Théodorou, V., Loiseau, N., Mselli-Lakhal, L., Guillou, H., Gamet-Payrastra, L., 2018. Metabolic Effects of a Chronic Dietary Exposure to a Low-Dose Pesticide Cocktail in Mice: Sexual Dimorphism and Role of the Constitutive Androstane Receptor. *Environ Health Perspect* 126, 067007. <https://doi.org/10.1289/EHP2877>
- Meadows, A.D., Swanson, S.A., Galligan, T.M., Naidenko, O.V., O'Connell, N., Perrone-Gray, S., Leiba, N.S., 2021. Packaged Foods Labeled as Organic Have a More Healthful Profile Than Their Conventional Counterparts, According to Analysis of Products Sold in the U.S. in 2019–2020. *Nutrients* 13, 3020. <https://doi.org/10.3390/nu13093020>
- Meemken, E.-M., Qaim, M., 2018. Organic Agriculture, Food Security, and the Environment. *Annual Review of Resource Economics* 10, 39–63. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100517-023252>

- Murali, A.P., Trzaskowska, M., Trafialek, J., 2023. Microorganisms in Organic Food-Issues to Be Addressed. *Microorganisms* 11, 1557. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11061557>
- Murray, C.J.L., Ikuta, K.S., Sharara, F., Swetschinski, L., Robles Aguilar, G., Gray, A., Han, C., Bisignano, C., Rao, P., Wool, E., Johnson, S.C., Browne, A.J., Chipeta, M.G., Fell, F., Hackett, S., Haines-Woodhouse, G., Kashef Hamadani, B.H., Kumaran, E.A.P., McManigal, B., Achalapong, S., Agarwal, R., Akech, S., Albertson, S., Amuasi, J., Andrews, J., Aravkin, A., Ashley, E., Babin, F.-X., Bailey, F., Baker, S., Basnyat, B., Bekker, A., Bender, R., Berkley, J.A., Bethou, A., Bielicki, J., Boonkasidecha, S., Bukosia, J., Carvalheiro, C., Castañeda-Orjuela, C., Chansamouth, V., Chaurasia, S., Chiurchiù, S., Chowdhury, F., Clotilde Donatien, R., Cook, A.J., Cooper, B., Cressey, T.R., Criollo-Mora, E., Cunningham, M., Darboe, S., Day, N.P.J., De Luca, M., Dokova, K., Dramowski, A., Dunachie, S.J., Duong Bich, T., Eckmanns, T., Eibach, D., Emami, A., Feasey, N., Fisher-Pearson, N., Forrest, K., García, C., Garrett, D., Gastmeier, P., Giref, A.Z., Greer, R.C., Gupta, V., Haller, S., Haselbeck, A., Hay, S.I., Holm, M., Hopkins, S., Hsia, Y., Iregebu, K.C., Jacobs, J., Jarovsky, D., Javanmardi, F., Jenney, A.W.J., Khorana, M., Khusuwan, S., Kissoon, N., Kobeissi, E., Kostyanov, T., Krapp, F., Krumkamp, R., Kumar, A., Kyu, H.H., Lim, C., Lim, K., Limmathurotsakul, D., Loftus, M.J., Lunn, M., Ma, J., Manoharan, A., Marks, F., May, J., Mayxay, M., Mturi, N., Munera-Huertas, T., Musicha, P., Musila, L.A., Mussi-Pinhata, M.M., Naidu, R.N., Nakamura, T., Nanavati, R., Nangia, S., Newton, P., Ngoun, C., Novotney, A., Nwakanma, D., Obiero, C.W., Ochoa, T.J., Olivas-Martinez, A., Oliaro, P., Ooko, E., Ortiz-Brizuela, E., Ounchanum, P., Pak, G.D., Paredes, J.L., Peleg, A.Y., Perrone, C., Phe, T., Phommasone, K., Plakkal, N., Ponce-de-Leon, A., Raad, M., Ramdin, T., Rattananavong, S., Riddell, A., Roberts, T., Robotham, J.V., Roca, A., Rosenthal, V.D., Rudd, K.E., Russell, N., Sader, H.S., Saengchan, W., Schnall, J., Scott, J.A.G., Seekaew, S., Sharland, M., Shivamallappa, M., Sifuentes-Osornio, J., Simpson, A.J., Steenkeste, N., Stewardson, A.J., Stoeva, T., Tasak, N., Thaiprakong, A., Thwaites, G., Tigoi, C., Turner, C., Turner, P., Van Doorn, H.R., Velaphi, S., Vongpradith, A., Vongsouvat, M., Vu, H., Walsh, T., Watson, J.L., Waner, S., Wangrangsamakul, T., Wannapinij, P., Wozniak, T., Young Sharma, T.E.M.W., Yu, K.C., Zheng, P., Sartorius, B., Lopez, A.D., Stergachis, A., Moore, C., Dolecek, C., Naghavi, M., 2022. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *The Lancet* 399, 629–655. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02724-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0)
- OQALI, 2019. Bilan et Evolution de l'utilisation des additifs dans les produits transformés.
- Paul KC, Cockburn M, Gong Y, Bronstein J, Ritz B. Agricultural paraquat dichloride use and Parkinson's disease in California's Central Valley. *Int J Epidemiol*. 2024 Feb 1;53(1):dyae004. doi: 10.1093/ije/dyae004. PMID: 38309714.
- Pleadin, J., Staver, M.M., Markov, K., Frece, J., Zdravec, M., Jaki, V., Krupić, I., Vahčić, N., 2017. Mycotoxins in organic and conventional cereals and cereal products grown and marketed in Croatia. *Mycotoxin Res* 33, 219–227. <https://doi.org/10.1007/s12550-017-0280-3>
- Prache, S., Santé-Lhoutellier, V., Adamiec, C., Astruc, T., Baéza, E., Bouillot, P.-E., Clinquart, A., Feidt, C., Fourat, E., Gautron, J., Guillier, L., Kesse-Guyot, E., Lebret, B., Lefèvre, F., Martin, B., Mirade, P.-S., Pierre, F.H.F., Remond, D., Sans, P., Souchon, I., Girard, A., Perche, S.L., Donnars, C., Raullet, M., 2020. La qualité des aliments d'origine animale selon les conditions de production et de transformation. Synthèse de l'Expertise scientifique collective (report). INRAE. <https://doi.org/10.14758/z8q2-ey12>
- Rebouillat, P., Vidal, R., Cravedi, J.-P., Taupier-Letage, B., Debrauwer, L., Gamet-Payrastre, L., Guillou, H., Touvier, M., Fezeu, L.K., Hercberg, S., Lairon, D., Baudry, J., Kesse-Guyot, E., 2022. Prospective association between dietary pesticide exposure profiles and type 2 diabetes risk in the NutriNet-Santé cohort. *Environ Health* 21, 57. <https://doi.org/10.1186/s12940-022-00862-y>
- Rebouillat, P., Vidal, R., Cravedi, J.-P., Taupier-Letage, B., Debrauwer, L., Gamet-Payrastre, L., Touvier, M., Deschasaux-Tanguy, M., Latino-Martel, P., Hercberg, S., Lairon, D., Baudry, J., Kesse-Guyot, E., 2021. Prospective association between dietary pesticide exposure profiles and postmenopausal breast-cancer risk in the NutriNet-Santé cohort. *Int J Epidemiol* 50, 1184–1198. <https://doi.org/10.1093/ije/dyab015>
- Rempel, L., Baranski, M., Wang, J., Adams, T.N., Adebunsi, K., Beckman, J.J., Brockbank, C.J., Douglas, B.S., Feng, T., Greenway, J.D., Gür, M., Iyaremye, E., Kong, C.L., Korkut, R., Kumar, S.S., Kwedibana, J., Masselos, J., Mutalemwa, B.N., Nkambule, B.S., Oduwole, O.B., Oladipo, A.K., Olumeh, J.O., Petrovic, L., Röhrig, N., Wyld, S.A., Xu, L., Pan, Y., Chatzidimitriou, E., Davis, H., Magistrali, A., Sufar, E., Hasanaliyeva, G., Kalee, H.H.H.A., Willson, A., Thapa, M., Davenport, P., Šrednicka-Tober, D., Volakakis, N., Watson, A., Seal, C.J., Goltz, M., Kindersley, P., Iversen, P.O., Leifert, C., 2021. Integrated Soil and Crop Management in Organic Agriculture: A Logical Framework to Ensure Food Quality and Human Health? *Agronomy* 11, 2494. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122494>
- Rizzati, V., Briand, O., Guillou, H., Gamet-Payrastre, L., 2016. Effects of pesticide mixtures in human and animal models: An update of the recent literature. *Chemico-Biological Interactions* 254, 231–246. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2016.06.003>
- Ropero, A., Borrás, F., Rodríguez, M., Beltra, M., 2023. Nutritional Description of Organic and Conventional Food Products in Spain: The BADALI Project. *Nutrients* 15. <https://doi.org/10.3390/nu15081876>
- Sandoval-Insauti, H., Chiu, Y.-H., Wang, Y.-X., Hart, J.E., Bhupathiraju, S.N., Mínguez-Alarcón, L., Ding, M., Willett, W.C., Laden, F., Chavarro, J.E., 2022. Intake of fruits and vegetables according to pesticide residue status in relation to all-cause and disease-specific mortality: Results from three prospective cohort studies. *Environment International* 159, 107024. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.107024>
- Seconda, L., Baudry, J., Allès, B., Hamza, O., Boizot-Szantai, C., Soler, L.-G., Galan, P., Hercberg, S., Lairon, D., Kesse-Guyot, E., 2017. Assessment of the Sustainability of the Mediterranean Diet Combined with Organic Food Consumption: An Individual Behaviour Approach. *Nutrients* 9, 61. <https://doi.org/10.3390/nu9010061>
- Slimani, N., Deharveng, G., Southgate, D. a. T., Biessy, C., Chajès, V., van Bakel, M.M.E., Boutron-Ruault, M.C., McTaggart, A., Grioni, S., Verkaik-Kloosterman, J., Huybrechts, I., Amiano, P., Jenab, M., Vignat, J., Bouckaert, K., Casagrande, C., Ferrari, P., Zourou, P., Trichopoulou, A., Wirfält, E., Johansson, G., Rohrmann, S., Illner, A.-K., Barricarte, A., Rodríguez, L., Touvier, M., Niravong, M., Mulligan, A., Crowe, F., Ocké, M.C., van der Schouw, Y.T., Bendinelli, B., Lauria, C., Brustad, M., Hjartåker, A., Tjønneland, A., Jensen, A.M., Riboli, E., Bingham, S., 2009. Contribution of highly industrially processed foods to the nutrient intakes and patterns of middle-aged populations in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition study. *Eur J Clin Nutr* 63, S206–S225. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.82>
- Sun, Y., Liu, B., Du, Y., Shetsela, L.G., Sun, Q., Hu, F.B., Bao, W., 2018. Inverse Association between Organic Food Purchase and Diabetes Mellitus in US Adults. *Nutrients* 10, 1877. <https://doi.org/10.3390/nu10121877>
- Tressou, J., Ben Abdallah, N., Planche, C., Dervilly-Pinel, G., Sans, P., Engel, E., Albert, I., 2017. Exposure assessment for dioxin-like PCBs intake from organic and conventional meat integrating cooking and digestion effects. *Food and Chemical Toxicology* 110, 251–261. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.10.032>
- Vanlaeys, A., Dubuisson, F., Seralini, G.-E., Travert, C., 2018. Formulators of glyphosate-based herbicides have more deleterious impact than glyphosate on TM4 Sertoli cells. *Toxicology in Vitro* 52, 14–22. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2018.01.002>
- Vigar, V., Myers, S., Oliver, C., Arellano, J., Robinson, S., Leifert, C., 2020. A Systematic Review of Organic Versus Conventional Food Consumption: Is There a Measurable Benefit on Human Health? *Nutrients* 12. <https://doi.org/10.3390/nu12010007>
- Ward, M.H., Jones, R.R., Brender, J.D., de Kok, T.M., Weyer, P.J., Nolan, B.T., Villanueva, C.M., van Breda, S.G., 2018. Drinking Water Nitrate and Human Health: An Updated Review. *Int J Environ Res Public Health* 15, 1557. <https://doi.org/10.3390/ijerph15071557>

Le document "Résumé | Quantification des externalités de l'Agriculture Biologique : la santé" s'inscrit dans la Collection "Externalités de l'Agriculture Biologique".

Contributeurs à la réalisation de ce document :

- ▶ Pilotage de l'étude "Quantification des externalités de l'Agriculture Biologique" : Natacha Sautereau (ITAB)
- ▶ Direction de la publication : Emeric Pillet (ITAB)
- ▶ Rédaction : Fanny Cisowski, Céline Gentil-Sergent, Natacha Sautereau, Rodolphe Vidal (ITAB)
- ▶ Relecture : Isabelle Savini (INRAE), Emmanuelle Baconnier, Alice Holvoet, Solenne Jourden, Pierre L'Yvonnet, Emeric Pillet, Elodie Weber (ITAB), Catherine Conil, Noémie Quéré (MTECT)
- ▶ Conception de la publication : Elodie Weber, Stéphanie Mothes (ITAB)

Crédits photos : [GrandCelinien](#) ; F. Cisowski ; [Natfot](#) ; [Ralph](#).

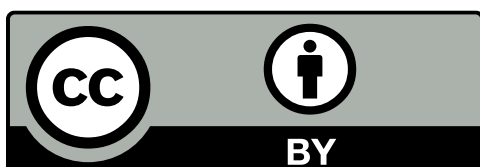
Edition : ITAB

Juin 2024

Pour citer ce document : Vidal R., Cisowski, F., Gentil-Sergent C., Sautereau N., 2024, Résumé | Quantification des externalités de l'Agriculture Biologique : la santé, dans la Collection "Externalités de l'Agriculture Biologique", ITAB, 2024, 15p

Licence : CC BY 4.0

Le document "Résumé | Quantification des externalités de l'Agriculture Biologique : la santé" © 2024 par Fanny Cisowski, Céline Gentil-Sergent, Rodolphe Vidal et Natacha Sautereau (ITAB) est protégé par la licence CC BY 4.0. Pour en savoir plus sur cette licence, visitez la page <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Contact : communication@itab.asso.fr

Financé par :



Co-financier :

