



**HAL**  
open science

## La sécurité chimique des viandes bio en question

Erwan Engel, Christelle Planche, Jérémy Ratel

► **To cite this version:**

Erwan Engel, Christelle Planche, Jérémy Ratel. La sécurité chimique des viandes bio en question. Cahiers de Nutrition et de Diététique, inPress, 58 (4), pp.264-272. 10.1016/j.cnd.2023.04.003 . hal-04092933

**HAL Id: hal-04092933**

**<https://hal.science/hal-04092933v1>**

Submitted on 12 May 2023

**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.

# **La sécurité chimique des viandes bio en question /**

## **The chemical safety of organic meat in question**

Erwan Engel\*, Christelle Planche, Jérémy Ratel

INRAE, UR370 QuaPA, équipe Micro-contaminants, Arômes et Sciences Séparatives, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France

\*Correspondance : Erwan ENGEL, INRAE, UR370 QuaPA, équipe MASS, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France – Tél : 04.73.62.45.89, e-mail : [erwan.engel@inrae.fr](mailto:erwan.engel@inrae.fr)

### **Résumé (198 mots, 1341 car)**

L'Agriculture Biologique (AB) connaît une croissance sans précédent. Celle-ci est liée à la fois à un engouement des consommateurs, de plus en plus soucieux de l'impact de leurs choix alimentaires sur leur santé et sur leur environnement, à une volonté claire des filières de s'engager vers des modes d'agriculture plus responsables et plus durables et enfin, à une politique publique très incitative visant à accélérer son développement. Dans cette dynamique, il faut anticiper les éventuels risques collatéraux et la sécurité chimique prétendue supérieure des produits AB est à ce titre une question clé. S'il est admis que l'AB réduit les teneurs en résidus de pesticides et d'antimicrobiens dans ses produits, son impact sur des contaminants environnementaux comme les polluants organiques persistants (POPs) interroge, notamment dans les produits animaux. Cette étude compare les teneurs en 38 POPs de viandes conventionnelles et AB françaises (n=266). Elle montre que tout en restant conformes aux limites réglementaires, les viandes AB sont significativement plus contaminées en POPs et conduisent à des expositions alimentaires supérieures. Des explications zootechniques sont proposées et le surrisque pour la santé humaine est discuté. La réflexion est élargie aux autres produits animaux et aux perspectives de croissance de l'AB.

### **Mots clés**

Bio; Conventionnel; Viande; Polluants Organiques Persistants; Risque chimique

### **Abstract (191 words, 1262 char)**

Organic Agriculture (AB) is experiencing unprecedented growth. This is linked both to the interest of consumers, who are increasingly concerned about the impact of their food choices on their health and on their environment, to a clear desire of the sectors to commit to modes of more responsible and more

sustainable agriculture and a very incentive public policy aimed at accelerating its development. In this dynamic, it is necessary to anticipate possible collateral risks and the supposedly superior chemical safety of AB products is in this respect a key issue. While it is accepted that organic farming reduces the levels of pesticide and antimicrobial residues in its products, its impact on environmental contaminants such as persistent organic pollutants (POPs) raises questions, particularly in animal products. This study compares the levels of 38 POPs in conventional and organic French meats (n=266). It shows that while remaining compliant with regulatory limits, organic meats are significantly more contaminated with POPs and lead to higher dietary exposures. Zootechnical explanations are proposed and the increased risk to human health is discussed. Thinking is extended to other animal products and to the growth prospects of organic farming.

### **Key words**

Organic; Conventional; Meat; Persistent Organic Pollutants; Chemical risk

### **Introduction**

Le terme de sécurité chimique fait référence en alimentation humaine aux risques sanitaires liés à la présence dans les aliments que nous consommons de substances chimiques toxiques d'origine synthétique ou naturelle [1]. Les aliments sont en effet susceptibles de contenir un large éventail de ces « contaminants » chimiques transférés ou générés le plus souvent à l'état de traces à différentes étapes de leur chaîne d'élaboration [2]. En amont de la chaîne, au stade de la production des matières premières, il s'agit de polluants de l'environnement comme les polluants organiques persistants (POPs), tels que les dioxines [3], ou les éléments trace métalliques (ETMs), tels que le plomb [3,4], de résidus de traitements de la production agricole, qu'ils soient phytosanitaires, tels que des pesticides organophosphorés [5], ou vétérinaires tels que les antibiotiques sulfamides [6], et de substances chimiques d'origine microbienne produites au cours du stockage comme les mycotoxines [7]. Au stade de la transformation des matières premières en produits transformés, il peut s'agir d'ingrédients ajoutés au cours des étapes de formulation comme certains additifs alimentaires, de substances toxiques néoformées au cours de procédés de transformation tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques [8] ou issus de matériaux de contact des aliments comme les migrants d'emballage tels que le bisphénol A [9]. Enfin, certains contaminants peuvent également être néo-générés au cours des processus digestifs comme les nitrosamines [10].

L'exposition répétée et à bas bruit à des mélanges de ces substances présentes à l'état de trace dans nos aliments est de plus en plus pointée du doigt comme étant un des déterminants clés de la prévalence de nombreuses pathologies comme les cancers. Pour cette raison, les contaminants les plus à risque sont surveillés par les autorités sanitaires en ciblant les aliments qui en sont les principaux

pourvoyeurs. Pour cela, des campagnes de contrôles sont organisées afin de rechercher, dans le cadre de Plans de Surveillance et de Contrôle (PSPC), les dépassements de teneurs maximales des substances réglementées ou de leurs résidus [11]. En complément, des études de l'alimentation totale (EAT) permettent évaluer les risques liés à l'exposition chronique alimentaire aux contaminants identifiés comme prioritaires [12]. En cas de dépassements jugés préoccupants, les autorités sanitaires et leurs gestionnaires de risque peuvent proposer des mesures préventives pour tenter de limiter les contaminations à l'avenir. Si de telles recommandations peuvent être suffisantes pour limiter significativement les néoformations, migrations ou ajouts de certains additifs liés aux transformations industrielles ou domestiques des aliments, elles ne limitent pas l'exposition alimentaire aux contaminants issus de l'environnement de production (POPs, ETMs) ou des traitements administrés aux animaux d'élevage ou aux plantes cultivées. Pour cela, certains consommateurs privilégient des produits agricoles issus de modes de production réputés plus sûrs. C'est notamment une des motivations principales à la consommation de produits issus de l'agriculture biologique (AB) comme le confirme une enquête récente [13].

Mais peut-on vraiment affirmer que les produits issus de l'AB sont plus sûrs ? A l'échelle européenne, l'AB diffère notamment de son homologue conventionnel par le recours à des pratiques agricoles qui excluent l'usage d'engrais chimiques, de pesticides chimiques de synthèse, d'hormones et restreint fortement l'utilisation de médicaments de synthèse et d'additifs alimentaires [14]. Dans son dernier rapport, l'autorité européenne de sécurité des aliments [15] souligne que les aliments d'origine végétale issus de l'agriculture biologique présentent de plus faibles teneurs en résidus de pesticides. Cette conclusion confirme l'effet bénéfique caractérisé par une plus faible exposition aux résidus de pesticides observé dans plusieurs études menées en France [16] ou aux Etats-Unis [17] chez les grands consommateurs de fruits et légumes bio. De la même manière, l'utilisation restreinte de traitements vétérinaires en production animale est généralement mise au crédit de l'agriculture biologique malgré le peu de données disponibles pour en quantifier l'effet bénéfique en termes de lutte contre l'antibiorésistance [18]. En revanche, si le cahier des charges AB semble logiquement avoir pour effet d'abaisser les teneurs en résidus des traitements phytosanitaires ou vétérinaires de synthèse mis en œuvre par les agriculteurs et les éleveurs pour préserver leurs produits, il n'existe pas de données scientifiques significatives pour évaluer son impact éventuel sur les teneurs en contaminants transférés depuis l'environnement de production. Cette question qui constitue le cœur de cet article est tout particulièrement critique pour les POPs auxquels l'homme est plus particulièrement exposé *via* sa consommation de produits d'origine animale [2].

### **Le projet SOMEAT**

Avec pour ambition d'être la première étude de référence comparant la sécurité chimique des produits animaux de l'agriculture biologique à ceux issus de systèmes de production conventionnels, le projet

SOMEAT mené de 2013 à 2017 s'est intéressé à la filière viande. La viande a été choisie comme produit modèle à la fois parce qu'il s'agit d'un système de production particulièrement concerné par les enjeux de transition durable [19], mais aussi parce que les crises diverses qui ont touché ces dernières décennies les chaînes de production carnée ont aiguisé l'attention des consommateurs sur les risques sanitaires liés à cet aliment [20,21], et enfin, parce que sa consommation représente une des voies d'exposition majeures de l'homme aux micropolluants environnementaux d'après les dernières études de l'alimentation totale [22].

Le **Tableau 1** présente les 256 micropolluants recherchés dans les viandes dans le cadre du projet. Il s'agit principalement de contaminants prioritairement recherchés dans ces produits lors des deux dernières études de l'alimentation totale nationale publiées [12,22,23] mais aussi de substances émergentes jugées également pertinentes par les 5 laboratoires nationaux de référence chargés respectivement de l'analyse de chacune des cinq familles de micropolluants d'intérêt, à savoir des POPs (n=38), des éléments trace métalliques (n=6), des résidus de traitements vétérinaires (n=85), des résidus de traitements phytosanitaires (n=120) et des mycotoxines (n=6) dont la liste est détaillée dans Dervilly-Pinel et al. [3].

L'échantillonnage a été réalisé en 2014 sur 266 animaux. De manière à pouvoir effectuer une comparaison équilibrée entre modes de production conventionnels et agriculture biologique, les prélèvements ont été répartis comme présentés sur le **Tableau 2** entre les produits des trois principales filières de viandes consommées en France, le porc, le poulet et le bœuf. L'échantillonnage a été effectué par trois instituts techniques, l'IFIP, l'ITAVI et l'IDELE spécialisés dans chacune des trois filières de manière à représenter la diversité de la production nationale en termes de volume, de consommation, de région, de saison, de race, d'âge et de genre [3]. Pour les animaux monogastriques, le mode de production « label rouge » a également été échantillonné.

Le projet a impliqué 5 laboratoires nationaux de références (LNR) appartenant à l'ANSES pour quatre d'entre eux et à l'ONIRIS pour le cinquième. Ces LNR ont pris en charge les analyses des différentes familles de micropolluants [3,4,6,7,24] dans l'ensemble des échantillons. Les mesures de contamination ont été croisées avec des évaluations de fréquence de consommation des viandes [25] et corrigées des effets modulateurs potentiellement induits par la cuisson [5,6] et la digestion [26] afin d'évaluer l'exposition à ces micropolluants.

### **Agriculture biologique et contamination des viandes aux POPs d'origine environnementale**

Afin d'aborder la question centrale de cette étude, l'évaluation de l'impact de l'environnement d'élevage sur la contamination chimique des viandes issues de l'AB, la suite de l'article sera centrée sur les résultats des travaux menés dans le cadre du projet SOMEAT sur les POPs. Trente-huit POPs ont été mesurés dans les échantillons. Il s'agit i) des 7 congénères toxiques de polychlorodibenzo-dioxines (PCDDs), ii) des 10 congénères toxiques de polychlorodibenzo-furanes (PCDFs), iii) des 18

principaux congénères de polychlorobiphényles (PCBs) recherchés dans les aliments incluant 12 PCBs «dioxin-like » ou PCB-DL qui se comportent dans l'organisme comme des dioxines et 6 PCBs « non-dioxin like » ou PCB-NDL ou indicateurs qui, comme leur désignation le suggère, se comportent différemment, iv) des 3 principaux isomères de l'hexabromocyclododecane (HBCD) qui est un retardateur de flamme bromé émergent qui a longtemps été utilisé pour ignifuger les matériaux utilisés dans la construction des bâtiments d'élevage [27]. Les 35 PCDD/Fs et PCBs ont été quantifiés par la méthode de référence qui s'appuie sur la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse à secteur magnétique à haute résolution et les 3 isomères d'HBCD ont été analysés par chromatographie en phase liquide couplée à de la spectrométrie de masse en tandem [3].

Le premier objectif de l'analyse des 266 échantillons du projet consistait à évaluer leur conformité par rapport aux réglementations en vigueur pour les micropolluants dont les valeurs sont réglementées par des limites maximales. Dans le cas des POPs étudiés, seuls les PCDD/Fs et PCBs sont réglementés. Par exemple les composés dioxin-like (PCDD/Fs et PCB-DL) doivent respecter dans le cas de la viande la réglementation européenne 1259/2011/CE qui fixe les maximums réglementaires pour les viandes de volailles, de porcs ou de bovins à respectivement 3.0, 1.25 et 4.0 pg/g de lipides pour la somme des PCDD/Fs et des PCB-DL, où la somme des différents congénères est pondérée suivant leur toxicité relative (TOTAL TEQ<sub>2005</sub> pg/g de poids de lipides). Les teneurs maximales mesurées dans le projet étant respectivement de 1.33, 0.43 et 2.40 TOTAL TEQ<sub>2005</sub> pg/g de lipides pour ces trois types de viande, les 266 échantillons ont été déclarés conformes [3]. Il est important de signaler que l'ensemble des 266 échantillons analysés se sont avérés conformes aux réglementations européennes pour tous les contaminants ou résidus de traitements réglementés considérés dans le projet. Ce résultat positif confirme ainsi à la fois la qualité des pratiques d'élevage de la filière viande en France mais aussi l'efficacité des pratiques de surveillance et de contrôle mises en œuvre par les autorités sanitaires nationales.

Au-delà de la conformité des 266 échantillons, le principal objectif du projet SOMEAT était l'évaluation comparative de l'incidence des modes de production conventionnels et AB sur la teneur de la viande en contaminants chimiques et notamment en polluants organiques persistants. Le **Tableau 3** compare les deux modes de production suivant les teneurs médianes de la viande de poulet de chair en PCDD/F, PCDD/F+PCB-DL et PCB-NDL. Différentes conclusions peuvent être tirées de l'analyse de ces résultats. Tout d'abord, grâce aux développements méthodologiques réalisés dans le cadre du projet pour abaisser les limites de quantification analytiques [3], il a été possible, comme le montrent les valeurs non nulles des mesures minimales, de détecter les différents groupes de congénères dans les 266 échantillons. Ce « bruit de fond » environnemental dans l'ensemble des échantillons confirme l'omniprésence de ces micropolluants dans l'environnement d'élevage et leur transfert dans les tissus, notamment musculaires, des animaux d'élevage. Ensuite, la comparaison par des tests non paramétriques des teneurs médianes entre modes de production conventionnels et AB montre, en dépit

de fortes variabilités intra-modalités soulignées par les valeurs des écart-types, des teneurs en POPs significativement plus élevées dans la viande de poulet AB avec des concentrations supérieures de 56% en PCDD/F, de 140% en DL-PCB et de 103% en NDL-PCB à celles observées en « production conventionnelle ». Enfin, des tendances intermédiaires ont été observées pour la viande de poulet Label Rouge avec des teneurs en POPs supérieures ou équivalentes (non significativement supérieures) à celles mesurées dans les viandes de poulet conventionnel mais inférieures ou équivalentes à celles observées en AB [3]. Les mêmes conclusions ont pu être tirées des mesures de PCDD/F, PCB-DL et PCB-NDL réalisées sur les viandes de porc et de bœuf avec 1/ un bruit de fond environnemental dans tous les échantillons, 2/ des teneurs supérieures pour les muscles d'animaux élevés en AB par rapport à ceux élevés en mode conventionnel et 3/ pour la viande de porc, des teneurs en Label Rouge intermédiaires entre conventionnel et AB. L'ensemble de ces mesures semblent indiquer une surexposition significative à ces micropolluants environnementaux des animaux élevés suivant le cahier des charges AB.

Des contaminations en HBCD supérieures ont également été observées en AB par rapport aux échantillons conventionnels pour les viandes de poulet (**Tableau 3**). Des résultats similaires ont été observés pour la viande de porc [3]. De même, des teneurs en HBCD équivalentes à l'AB (Tableau 3) ou intermédiaires entre conventionnel et AB (porc) ont été mises en évidence pour les viandes Label Rouge. Etant donné que ce composé avait été initialement utilisé comme retardateur de flamme bromé pour ignifuger les matériaux et notamment les bâtiments d'élevage [28], une surexposition liée aux modes de production conventionnelle associés à des pratiques plus intensives aurait pu être attendue. Mais, sa production et son utilisation sont aujourd'hui proscrites en élevage depuis qu'il fait partie de l'Annexe A de la convention de Stockholm en raison des dangers qu'il représente pour la santé humaine et l'environnement [29]. Du fait de sa toxicité, sa persistance, sa capacité à migrer rapidement et à être bioaccumulé dans les milieux, l'HBCD est aujourd'hui considéré comme un POP ubiquitaire dans l'environnement [30] et depuis 8 ans son suivi est réclamé par les autorités sanitaires [31]. Comme pour les PCDD/Fs et PCBs, ces résultats confirment une surexposition à l'HBCD et plus généralement aux POPs des animaux élevés suivant le cahier des charges de l'AB.

Comment expliquer cette surexposition aux POPs en AB ? Le premier facteur qui peut expliquer ces différences d'exposition aux POPs est la durée d'élevage. En effet, le cahier des charges AB impose des durées d'élevage significativement plus longues. Ainsi, si l'âge d'abattage des poulets de chair est de 35 à 40 jours en élevage conventionnel (**Tableau 4**), il est au minimum de 81 jours en AB. De même, les porcs d'élevage sont abattus à 160 jours en conventionnel et 185 jours en AB. Les bovins sont également abattus plus tardivement en AB, d'autant que pour ce mode de production l'essentiel du cheptel bio est constitué au moins en France par des vaches de réforme alors qu'en conventionnel, l'objectif de rendement des élevages plus intensifs conduit à des abattages d'animaux généralement beaucoup plus jeunes [3]. Ces durées d'élevage plus longues pourraient contribuer à expliquer les

teneurs en POPs plus élevées en AB. En revanche, pour les porcs et les poulets de chair Label Rouge dont les cahiers des charges imposent aussi des abattages tardifs comme en AB (**Tableau 4**), ce seul critère ne permet pas d'expliquer les teneurs en POPs parfois intermédiaires entre AB et conventionnel. En plus de la durée d'élevage, la plus forte exposition des animaux en AB pourrait aussi s'expliquer par l'accès à des parcours extérieurs qui est requis explicitement par les cahiers des charges AB contrairement aux modes de production de l'agriculture conventionnelle qui sont beaucoup plus hors-sol avec un accès limité à l'environnement extérieur. D'autre part, comme indiqué dans le **Tableau 4**, les surfaces dédiées par animal des espaces en plein air sont souvent plus contraintes en Label Rouge où le minimum requis en appellation « plein air » est de 2 m<sup>2</sup>/poulet alors qu'en AB, la surface imposée est au minimum de 4 m<sup>2</sup>/poulet. Cette différence pourrait expliquer les différences de contamination observées pour plusieurs POPs entre viandes AB et Label Rouge. Globalement, ces hypothèses sont cohérentes avec de nombreux travaux antérieurs montrant une surexposition des animaux élevés en extérieur [32,33].

#### **Consommation de viande bio, exposition aux POPs et risque pour la santé : le cas des PCB**

Afin de déterminer une éventuelle surexposition des consommateurs aux POPs du fait de leur consommation de viande bio, des travaux d'expologie ont été réalisés pour comparer les expositions aux PCBs de consommateurs exclusifs de viande conventionnelle ou AB. Pour cela, les données de contamination des viandes crues analysées dans le cadre de SOMEAT ont été 1/ d'abord concaténées avec les résultats de contamination obtenus dans le cadre des Plans de Surveillance et de Contrôle fournis par la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL) afin d'intégrer dans la base de données les quelques rares cas de contamination dépassant les valeurs réglementaires puis 2/ croisées avec les données disponibles décrivant la fréquence de consommation de viande des français et enfin, 3/ pondérées par un modèle décrivant l'effet modulateur de la cuisson sur les teneurs en PCB dans la viande [5] afin de pouvoir évaluer l'exposition de produits tels que consommés c'est-à-dire le plus souvent cuits [25]. La **Figure 1** qui présente les distributions résultant de ces modélisations montre que les consommateurs de viandes cuites AB sont surexposés aux PCBs par rapport aux consommateurs de produits conventionnels avec des expositions moyennes de l'ordre de 1,5 fois plus élevées. Cette surexposition aux PCBs de consommateurs exclusifs de viande AB peut-être légitimement généralisée aux autres POPs étudiés dans le projet SOMEAT.

En partant de ces résultats d'exposition aux POPs de consommateurs exclusifs de viandes AB, il est possible de mieux appréhender les risques liés à la consommation de viande en pondérant cette nouvelle donnée grâce aux informations fournies par les profils de consommation des français en termes de fréquence ou de comportement d'achat. Tout d'abord, le surrisque associé à la surexposition aux POPs *via* la consommation de viande AB devient très probablement non significatif à l'échelle de la population si on considère qu'en dépit du fait que la France est, avec l'Allemagne, le premier



marché de l'UE en viandes bio, celui-ci représentait en 2019 entre 1.5% (porcs) et 4,9 % (volailles) de la consommation de viandes des Français. Ensuite, une enquête récente réalisée par l'IFOP pour INTERBEV [13] montre que la consommation exclusive de viande AB ne concernait en 2020 que 3% des Français consommateurs de viandes, pour qui un éventuel surrisque mériterait d'être étudié. Cependant, il est probable que ces consommateurs exclusifs fidèles aux modes de production AB pour leur consommation de viande le soient aussi pour la plupart des autres composantes de leur alimentation, comme les fruits et légumes, les œufs, le lait. Selon le dernier rapport de l'AgenceBIO [34], ces consommateurs « quotidiens » d'aliments issus de l'AB sont généralement soucieux de la qualité de leur alimentation et de son impact sur leur santé, l'environnement et le bien-être animal. D'après ce même rapport, ils seraient pour près de 50% d'entre eux, adeptes des régimes excluant en partie ou en totalité les aliments d'origine animale de leurs régimes alimentaires. Aussi, il est vraisemblable que l'essentiel des individus constituant les 3% de consommateurs exclusifs de viandes AB soient aussi des consommateurs modérés, limitant ainsi un surrisque éventuel lié à la contamination aux POPs. Enfin, pour les 69% de consommateurs restants qui ont déclaré n'en consommer que *“rarement”* ou *“quand ils en trouvent”*, le surrisque lié à la consommation de viande AB peut probablement aussi être écarté notamment quand on sait la faible part du marché que représentent ces produits.

## **Conclusion**

En soulignant la conformité des 266 échantillons analysés aux limites maximales fixées par les autorités sanitaires, l'étude SOMEAT confirme la qualité sanitaire de la filière viande telle qu'elle est définie aujourd'hui par la réglementation européenne. Elle traduit ainsi l'adéquation et le respect des bonnes pratiques en matière de sécurité chimique mises en œuvre dans les élevages et ce, quel que soit le mode de production. Mais le projet montre aussi une contamination chimique aux POPs d'origine environnementale significativement supérieure des viandes AB par rapport aux produits issus de modes de production conventionnels. L'examen comparatif des paramètres zootechniques associés aux différents modes de production étudiés suggère qu'il s'agit d'un effet collatéral du cahier des charges AB. En effet, en combinant allongement significatif des durées de vie des animaux et accès obligatoires à des parcours extérieurs, le respect du cahier des charges AB favorise une surexposition de ces animaux aux POPs et ainsi un transfert accru dans leurs tissus notamment musculaires. Cependant, étant donné la faible proportion des produits AB dans la consommation globale de viande des français et les habitudes des consommateurs de bio qui ont de plus en plus tendance à limiter la part des aliments d'origine animale dans leurs assiettes, le surrisque peut être considéré actuellement comme non significatif.

Etant donné les surexpositions aux POPs constatées pour les viandes bio [3], la preuve de concept présentée dans cet article pourrait ouvrir la voie à des travaux de recherche similaires sur les autres

filières productrices d'aliments d'origine animale. Ces nouvelles études pourraient concerner en priorité les produits laitiers et en particulier le lait qui en France représente un tiers du marché en AB, les œufs dont 37.2% du marché français était en AB en 2019, le miel dont la production AB représente 20,3% des ruches française en 2020 et enfin l'aquaculture (saumons, truites, moules) même si son marché bio est plus récent (2010) et ne représentait encore récemment qu'1.3% des produits consommés dans l'UE [35]. Outre l'intérêt d'évaluer les surrisques éventuels liés à la consommation des produits bio à l'échelle de chacune de ces filières, la combinaison des résultats de l'ensemble de ces travaux complémentaires avec ceux de SOMEAT permettrait d'évaluer pour chaque contaminant prioritaire, la significativité du surrisque cumulé à l'échelle de la fraction « animale » d'un régime alimentaire décliné en AB. Cette information fournirait aux consommateurs des leviers de gestion des risques chimiques susceptibles de l'aider à orienter en connaissance de cause ses choix alimentaires. Elle donnerait aux zootechniciens des informations clés pour faire évoluer leur production vers des produits toujours plus sûrs. Et enfin, elle apporterait aux pouvoirs publics des éléments convaincants pour faire évoluer si nécessaire les cahiers de charges qui encadrent les pratiques de l'AB. Des premiers éléments de réponses devraient ressortir de la prochaine étude de l'alimentation totale baptisée EAT 3 qui a été démarrée par l'ANSES en 2019 et qui intégrera notamment dans cette optique, un volet sur l'AB [36].

En plus d'améliorer l'évaluation des risques liés à l'AB actuelle, les travaux entrepris dans le cadre de SOMEAT pourraient aussi permettre de mieux anticiper les risques associés aux évolutions de demain et en particulier, à la transition massive qui s'opère vers l'AB. Celle-ci se traduit notamment par une hausse importante du marché AB de l'Union Européenne qui a triplé entre 2004 et 2015 pour atteindre près de 30 milliards d'€ et dont la croissance s'est encore accélérée puisqu'il dépassait les 50 milliards d'€ en 2020 [35]. Cette tendance haussière qui est particulièrement marquée en France où le marché AB atteignait presque les 14 milliards d'€ en 2020, traduit en particulier une forte évolution de la demande des consommateurs qui se tournent de plus en plus vers des aliments sains et durables. En parallèle, l'Union Européenne mène une politique extrêmement incitative pour encourager les États membres à une transition rapide et massive vers l'AB. Elle a ainsi adopté en mars 2021 son troisième plan pour l'AB pour la période 2021-2027. Alors que 8.5% des surfaces agricoles de l'UE étaient cultivées en AB fin 2019, ce nouveau plan a pour principal objectif d'atteindre les 25% en 2030. Dans ce contexte de forte croissance de la part de l'AB dans la consommation, il est légitime de réinterroger le surrisque potentiel mis en évidence dans le cadre du projet SOMEAT et de remettre en perspective plus globalement le surrisque cumulé de la fraction « animale » de notre régime alimentaire dès lors qu'il est décliné en AB.

## **Points essentiels**

Les teneurs en 38 POPs de viandes conventionnelles et AB (n=266) issues des 3 principales filières françaises (aviaire, porcine, bovine) sont comparées

L'étude dérive d'un projet plus vaste (SOMEAT) qui compare les viandes bio et conventionnelles sur la base de leurs teneurs en 255 contaminants chimiques à rechercher prioritairement.

Tout en restant conformes aux limites réglementaires, les viandes AB se sont révélées significativement plus contaminées aux POPs.

Les expositions alimentaires aux PCBs sont en moyenne ~50% plus élevées pour des consommateurs exclusifs de viande AB par rapport à des consommateurs exclusifs de produits conventionnels.

Les contaminations supérieures en AB sont expliquées par des durées d'élevage supérieures et des parcours extérieurs obligatoires qui augmentent l'exposition animale aux POPs de l'environnement extérieur.

Étant donné qu'aujourd'hui la part de l'AB dans la consommation de viande française est <5%, le surrisque lié à la contamination supérieure en POPs des viandes AB est non significatif.

Ce surrisque doit néanmoins être ré-évalué en considérant la cumulation éventuelle de la surcontamination de plusieurs produits animaux et la perspective d'une présence accrue de ces produits AB dans nos assiettes.

### **Déclaration de liens d'intérêts**

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

### **Financement**

Le projet SOMEAT "Sécurité sanitaire des viandes issues de l'agriculture biologique" (Safety of Organic Meat) a été soutenu par l'Agence nationale de la recherche française (ANR) dans le cadre du Programme de Recherche Systèmes Alimentaires Durables 2012 (ANR-12-ALID-004).

### **Remerciements**

Nous remercions les laboratoires nationaux et/ou européen de référence partenaires au projet : ONIRIS-LABERCA (Gaud Dervilly-Pinel, Ronan Cariou, Philippe Marchand, Bruno Le Bizec) pour les analyses de POPs; ANSES-LSA (Thierry Guérin, Frédéric Hommet, Marina Nicolas, Vincent Hort, Chanthadary Inthavong, Mailie Saint-Hilaire, Claude Chafey, Julien Parinet) pour les analyses d'ETMs, de mycotoxines et de résidus de pesticides; ANSES-Fougères (Eric Verdon, Estelle Dubreil, Sophie Mompelat) pour les analyses de résidus de substances vétérinaires.

Nous remercions également les collègues du laboratoire INRAE-MIA (Isabelle Albert, Nadia Ben Abdallah, Jessica Tressou) partenaires du projet pour leur soutien en expologie et évaluation du risque.

Nous remercions les techniciens en chimie analytique de l'équipe INRAE-QuaPA-MASS : Frédéric Mercier, Patrick Blinet et Cheng Zhang pour leur soutien technique précieux dans l'évaluation des effets modulateurs de la cuisson et de la digestion sur la bioaccessibilité des POPs.

Nous remercions les instituts techniques partenaires du projet : ITAVI (Angélique Travel, Marie Bourrin) pour l'échantillonnage des viandes de poulet de chair; IFIP (Gilles Nassy, Brice Minvielle, Eric Royer) pour l'échantillonnage des viandes de porc; IDELE (Christophe Denoyelle; Jérôme Normand) pour l'échantillonnage des viandes de porc.

## Références

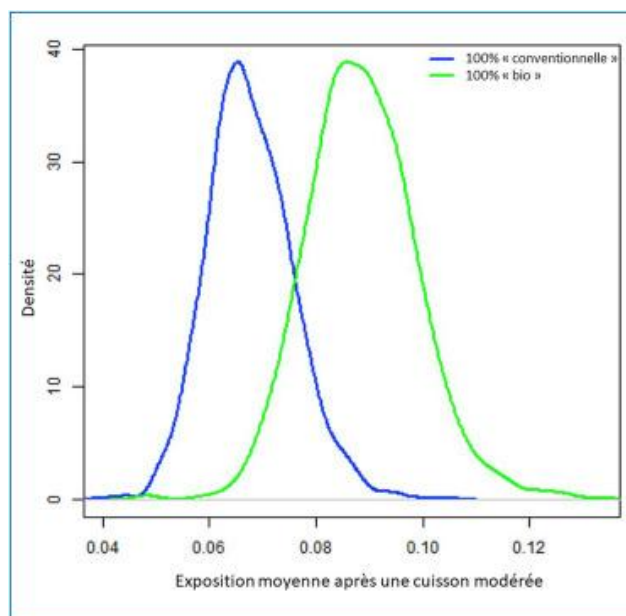
1. ANSES, 2013 <https://www.anses.fr/fr/content/les-contaminants-chimiques-de-l%E2%80%99alimentation>
2. Engel E, Ratel J, Bouhrel J, Planche C, Meurillon M. 2015. Novel approaches to improving the chemical safety of the meat chain towards toxicants. *Meat Sci* 2015;109:75-85. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.05.016>
3. Dervilly-Pinel G, Guérin T, Minvielle B, Travel A, Normand J, Bourin M, et al. Micropollutants and chemical residues in organic and conventional meat. *Food Chem* 2017;232:218-228. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.013>
4. Parinet J, Royer E, Saint-Hilaire M, Chafey C, Noël L, Minvielle B, et al. Classification of trace elements in tissues from organic and conventional French pig production. *Meat Sci* 2018;141:28-35. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.02.008>
5. Planche C, Ratel J, Blinet P, Mercier F, Angénieux M, Chafey C, 2017. Effects of pan cooking on micropollutants in meat. *Food Chem* 2017;232:395-404. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.049>
6. Planche C, Chevolleau S, Noguer-Meireles MH, Jouanin I, Mompelat S, Ratel J, et al. Fate of Sulfonamides and Tetracyclines in Meat during Pan Cooking: Focus on the Thermodegradation of Sulfamethoxazole. *Molecules* 2022;27:6233. <https://doi.org/10.3390/molecules27196233>
7. Hort V, Nicolas M, Minvielle B, Maleix C, Desbourdes C, Hommet F, et al.. Ochratoxin A determination in swine muscle and liver from French conventional or organic farming production systems. *J Chromatogr B* 2018;1092:131-137. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2018.05.040>
8. Giri A, Khummueng W, Mercier F, Kondjoyan N, Tournayre P, Meurillon M, et al. Relevance of two-dimensional gas chromatography and high resolution olfactometry for the parallel determination of heat-induced toxicants and odorants in cooked food. *J Chromatogr A* 2015;1388:217-226. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2015.01.045>
9. Silva AS, Cruz JM, Garcia RS, Franz R, Losada P.P. Kinetic migration studies from packaging films into meat products. *Meat Sci* 2007;77:238-245. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.03.009>
10. EFSA, 2017. Scientific opinion on potassium nitrite (E 249) and sodium nitrite (E 250) as food additives (Re-evaluation). EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). *EFSA J* 2017;15(6): 4786. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4786>
11. DGAL, 2021. Bilans des plans de surveillance et de contrôle de la Direction Générale de l'Alimentation. p. 1-129.
12. ANSES, 2016. Etude de l'Alimentation Totale Infantile (EATi) Tome2- Partie 3 Composés Organiques. <https://www.anses.fr/fr/system/files/ERCA2010SA0317Ra-Tome2-Part3.pdf>
13. IFOP pour INTERBEV. Les français et la consommation de viande bio. Rapport, Vague 6, 2020, p. 1-50. <https://www.ifop.com/wp-content/uploads/2020/11/116948-Rapport-Vague-6.pdf>
14. Baudry J, Rebouillat P, Kesse-Guyot E. Produits d'origine végétale, pesticides et contaminants dans l'alimentation : quel rôle de l'agriculture biologique ? *Cah Nutr Diet* 2021;56:368-376. <https://doi.org/10.1016/j.cnd.2021.07.001>

15. EFSA, 2021. The 2019 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA J* 2021;19(4) :e06491. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6491>
16. Baudry J, Debrauwer L, Durand G, Limon G, Delcambre A, Vidal R, et al. Urinary pesticide concentrations in French adults with low and high organic food consumption: results from the general population-based NutriNet-Santé. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2019;29:366-378. <https://doi.org/10.1038/s41370-018-0062-9>
17. Hyland C, Bradman A, Gerona R, Patton S, Zakharevich I, Gunier RB, Klein K. Organic diet intervention significantly reduces urinary pesticide levels in U.S. children and adults. *Environ Res* 2019;171:568-575. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.01.024>
18. Mie A, Andersen HR, Gunnarsson S, Kahl J, Kesse-Guyot E, Rembiałkowska E, et al. Human health implications of organic food and organic agriculture: a comprehensive review. *Environ Health* 2017;16:1-22. <https://doi.org/10.1186/s12940-017-0315-4>
19. Boggia A, Paolotti L, Castellini C. Environmental impact evaluation of conventional, organic and organic-plus poultry production systems using life cycle assessment. *Worlds Poult Sci J* 2010;66:95-114. <https://doi.org/10.1017/S0043933910000103>
20. Verbeke W, Viaene J, Guiot O. Health Communication and Consumer Behavior on Meat in Belgium: From BSE until Dioxin. *J Health Commun* 1999;4:345-357. <https://doi.org/10.1080/108107399126869>
21. Barrena R. and Sánchez M. Differences in Consumer Abstraction Levels as a Function of Risk Perception. *J Agric Econ* 2010;61:34-59. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2009.00224.x>
22. ANSES 2011 a. Étude de l'alimentation totale française 2 (EAT 2) Tome 1 Contaminants inorganiques, minéraux, polluants organiques persistants, mycotoxines, phyto-estrogènes. p. 1-306. <https://www.anses.fr/fr/system/files/PASER2006sa0361Ra1.pdf>
23. ANSES 2011 b. Étude de l'alimentation totale française 2 (EAT 2) Tome 2 Résidus de pesticides, additifs, acrylamide, hydrocarbures aromatiques polycycliques. p. 1-362. <https://www.anses.fr/fr/system/files/PASER2006sa0361Ra2.pdf>
24. Hort V, Nicolas M, Travel A, Jondreville C, Maleix C, Baéza E, et al. Carry-over assessment of fumonisins and zearalenone to poultry tissues after exposure of chickens to a contaminated diet – A study implementing stable-isotope dilution assay and UHPLC-MS/MS. *Food Control* 2020;107:106789. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106789>
25. Tressou J, Ben Abdallah N, Planche C, Dervilly-Pinel G, Sans P, Engel E, Albert I. Exposure assessment for dioxin-like PCBs intake from organic and conventional meat integrating cooking and digestion effects. *Food Chem Toxicol* 2017;110:251-261. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.10.032>
26. Planche C, Ratel J, Mercier F, Zhang C, Angénieux M, Blinet P, et al. *In vitro* assessment of polychlorinated biphenyl bioaccessibility in meat: Influence of fat content, cooking level and consumer age on consumer uptake. *Food Chem* 2022;374:131623. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131623>
27. Ratel J, Planche C, Mercier F, Blinet P, Kondjoyan N, Marchand P, et al. Liver volatolomics to reveal poultry exposure to g-hexabromocyclododecane (HBCD). *Chemosphere* 2017;189:634-642. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.09.074>
28. Ratel J, Mercier F, Angénieux M, Kondjoyan N, Abouelkaram S, Blinet P, et al. Identification by volatolomics of hydrocarbon, oxygenated, sulfur and aromatic markers of livestock exposure to  $\alpha$ -hexabromocyclododecane. *Food Chem* 2022;374:131504. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131504>
29. Covaci A, Gerecke AC, Law RJ, Voorspoels S, Kohler M, Heeb, et al. Hexabromocyclododecanes (HBCDs) in the environment and humans: a review. *Environ Sci Technol* 2006;40:3679-3688. <https://doi.org/10.1021/es0602492>
30. EFSA, 2011. Scientific opinion on hexabromocyclododecanes (HBCDDs) in food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). *EFSA J* 2011;9(7):2296. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2296>
31. European Commission 2014/118/EU, 2014. Commission Recommendation of 3 March 2014 on the Monitoring of Traces of Brominated Flame Retardants in Food (Text with EEA Relevance). OJEC L 65/39, <http://data.europa.eu/eli/reco/2014/118/oj>
32. Alexander S, Bard D, Barouki R, Bois FY, Descotes J, Dujardin M, et al. Dioxines dans l'environnement : quels risques pour la santé ? Rapport. Paris : Les éditions Inserm, 2000, XIII p. 1-406. <http://hdl.handle.net/10608/181>

33. Covaci A, Roosens L, Dirtu AC, Waegeneers N, Van Overmeire I, Neels H, Goeyens L. Brominated flame retardants in Belgian home-produced eggs: levels and contamination sources. *Sci Total Environ* 2009;407:4387-4396. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.09.057>
34. AgenceBIO, 2022. Baromètre de consommation et perception des produits biologiques en France. Etude n°2100912. <https://www.agencebio.org/2022/03/14/le-bio-repere-de-la-transition-alimentaire-selon-le-dernier-barometre-agence-bio-institut-csa/>
35. AgenceBIO, 2021. L'Agriculture bio dans l'Union Européenne. [https://www.agencebio.org/wp-content/uploads/2022/01/Carnet\\_UE-2021.pdf](https://www.agencebio.org/wp-content/uploads/2022/01/Carnet_UE-2021.pdf)
36. ANSES, 2019. Appels à candidature d'experts pour la constitution d'un groupe de travail GT. GT "EAT3". [https://www.anses.fr/fr/system/files/GT\\_EAT3\\_Role\\_et\\_missions.pdf](https://www.anses.fr/fr/system/files/GT_EAT3_Role_et_missions.pdf)

## Légende des figures

**Figure 1.** Distribution des consommateurs exclusifs de viandes AB (vert) ou conventionnelles (bleu) en fonction de leur exposition moyenne aux PCBs via la consommation de viande cuite (d'après Tressou et al. [25]).



**Tableau 1.** Contaminants chimiques recherchés dans les viandes dans le cadre du projet ANR SOMEAT.

Types de contaminants chimiques	Familles et congénères*
Contaminants environnementaux	PCDD/Fs (17); DL-PCBs (12); NDL-PCBs (6); HBCDs (3)
Éléments trace métalliques	Éléments trace essentiels (zinc, cuivre) et non-essentiels (plomb, mercure, arsenic, cadmium)
Antimicrobiens et coccidiostatiques	Large sélection d'antimicrobiens (75) et de coccidiostatiques (10)
Pesticides	Large sélection de pesticides (121)
Mycotoxines	Ochratoxine (OTA), Fumonisines B1/B2 (FB1/FB2), Zearalenone (ZEA), $\alpha$ -Zearalanol and $\alpha$ -Zearalenol

**Tableau 2.** Échantillonnage des viandes françaises réalisé dans le cadre du projet ANR SOMEAT. Les échantillons étaient prélevés sur l'ensemble du territoire français, pour les 3 principaux types d'élevage animal et pour les principaux systèmes de production.

Espèces animales	Agriculture Biologique	Conventionnel	Label Rouge
Bovine	43	42	-
Porcine	43	41	12
Volaille	41	31	13

**Tableau 3.** Concentrations en PCDD/F, PCB et HBCD détectés dans les viandes de volaille du projet ANR SOMEAT, selon les modes de production des animaux. \*\*\*p < 0,001, \*\*p < 0,01 et \*p < 0,05 (tests de Mann Whitney et Kruskal-Wallis). D'après Dervilly-Pinel et al.[3].

Contaminants	Unité <sup>a</sup>	Conventionnel (n=31)		Label Rouge (n=13)		AB (n=41)	
		Médiane (ET) <sup>b</sup>	Min-max	Médiane (ET)	Min-max	Médiane (ET)	Min-max
PCDD/F							
WHO-TEQ	pg/g	<b>0,16***</b> (0,05)	0,10-0,31	<b>0,24</b> (0,14)	0,14-0,70	<b>0,25</b> (0,19)	0,12-1,16
Total TEQ							
2005 (PCDD/F + dl-PCB)	pg/g	<b>0,21***</b> (0,07)	0,14-0,38	<b>0,33*</b> (0,21)	0,18-1,02	<b>0,41</b> (0,22)	0,16-1,34
Somme 6 NDL-PCB	ng/g	<b>0,31***</b> (0,11)	0,19-0,68	<b>0,41*</b> (0,19)	0,31-0,97	<b>0,63</b> (0,36)	0,34-2,13
Somme 3 HBCD	ng/g	<b>0,17***</b> (0,14)	0,06-0,73	<b>0,34</b> (0,80)	0,10-3,02	<b>0,33</b> (0,40)	0,10-1,99

<sup>a</sup> Concentrations exprimées en poids de lipides

<sup>b</sup> Ecart-type



**Table 4.** Comparaison des grands principes des élevages de volailles dits conventionnels standard, Label Rouge, et biologiques (d'après le Synalaf, Syndicat National des Labels Avicoles de France).

<b>Mode de production</b>	<b>Poulet conventionnel "standard"</b>	<b>Poulet "Label Rouge"</b>	<b>Poulet "AB"</b>
<b>Race</b>	Croissance rapide	Rustique à croissance lente	Rustique à croissance lente
<b>Age d'abattage</b>	35 à 40 jours	81 jours min.	81 jours min.
<b>Type d'élevage</b>	En claustration	En plein air ou en liberté	En plein air ou en liberté
<b>Taille du poulailler</b>	Pas de limite (jusqu'à 2 000 m <sup>2</sup> )	400 m <sup>2</sup> max.	480 m <sup>2</sup> max.
<b>Densité dans le poulailler</b>	20 à 25 poulets par m <sup>2</sup> (directive 2007/43/CE)	11 poulets par m <sup>2</sup> max.	10 poulets par m <sup>2</sup> max.
<b>Espace en plein air</b>	Aucun	- 2 m <sup>2</sup> min. par poulet en appellation « plein air » - illimité en appellation « liberté »	4 m <sup>2</sup> min. par sujet, sur un parcours conduit selon les principes de l'AB
<b>Alimentation</b>	100 % végétaux, minéraux et vitamines	- 100 % végétaux, minéraux et vitamines - 75% minimum de céréales	- 100 % végétaux, minéraux et vitamines, - 95% min. de matières premières issus de l'AB
<b>Qualité supérieure organoleptique des volailles</b>	-	Garantie par des analyses sensorielles régulières	-
<b>Contrôle tiers indépendant</b>	-	Organisme certificateur	Organisme certificateur