



anses

Étude de l'alimentation totale française 3 (EAT3)

Résultats - Tome 1

Acrylamide, aluminium, argent, cadmium, mercure et plomb

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective

Janvier 2026

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 20 janvier 2026

AVIS de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

relatif aux résultats de l'Étude de l'alimentation totale française 3 (EAT3) - Acrylamide, aluminium, argent, cadmium, mercure et plomb

L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.

L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.

Elle contribue également à assurer la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux, l'évaluation des propriétés nutritionnelles et fonctionnelles des aliments et, en évaluant l'impact des produits réglementés, la protection de l'environnement.

Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L. 1313-1 du Code de la santé publique).

Ses avis sont publiés sur son site internet.

Après avoir réuni les moyens financiers (plus de 4,5 M€) nécessaires à la réalisation de l'étude, dont la moitié (2,4 M€) de financements exceptionnels dédiés des ministères de tutelle, l'Anses s'est autosaisie le 28 octobre 2019 pour la réalisation de la troisième étude de l'alimentation totale en France (EAT3).

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

Les études de l'alimentation totale (EAT) sont des études nationales dont l'objectif est de mesurer les niveaux de contamination des aliments par des substances chimiques et d'évaluer les risques sanitaires potentiels liés à l'exposition chronique de la population à ces substances par voie alimentaire. Recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA), les EAT constituent l'une des approches les plus efficaces pour l'évaluation des risques alimentaires (JMPR 1968; EFSA, FAO, et WHO 2011). Les EAT s'intéressent aux aliments « tels que consommés », c'est-à-dire tels que présents dans l'assiette du consommateur, et complètent les plans de surveillance et de contrôle pilotés en France par le ministère en charge de l'Agriculture, qui s'assurent de la

conformité à la réglementation des productions primaires animale et végétale et des denrées alimentaires d'origine animale.

Une EAT repose sur trois étapes majeures (EFSA, FAO, et WHO 2011) que sont (i) la collecte d'échantillons alimentaires dans différents points de vente, tels que les supermarchés ou les marchés, représentatifs des habitudes alimentaires de la population et couvrant une large gamme d'aliments ; (ii) la préparation des échantillons collectés, de manière à être représentatif de la manière dont les consommateurs les préparent avant de les consommer, en incluant la découpe, la cuisson, *etc.* ; (iii) l'analyse des échantillons en laboratoire pour identifier et quantifier les substances chimiques présentes dans les aliments. Les résultats de ces analyses sont ensuite combinés à des données de consommation alimentaire pour estimer l'exposition de la population et les risques sanitaires potentiels.

Faisant suite à deux premières EAT ciblant la population générale (Anses 2011a ; 2011b ; INRA 2004) et une EAT spécifique aux enfants de moins de 3 ans (EATi) (Anses 2016c), l'Anses a engagé la troisième EAT (EAT3) sur la population générale de 3 à 79 ans, afin d'actualiser la vision d'ensemble sur la sécurité sanitaire de l'alimentation en France hexagonale, pour suivre à la fois l'évolution des pratiques de production et la présence de contaminants environnementaux et intégrer l'évolution des habitudes de consommation.

Dans cette étude, du fait de la part prise par l'agriculture biologique dans l'alimentation en France, la consommation d'aliments issus de l'agriculture biologique a été considérée avec une distinction des échantillons selon le type d'agriculture (biologique vs. conventionnelle).

Les points traités dans l'expertise ont été :

- actualiser les données de concentration de certaines substances chimiques dans l'alimentation déjà analysées dans les précédentes EAT, et acquérir des données sur de nouvelles substances et sur les niveaux de contamination des aliments issus de l'agriculture biologique ;
- estimer les expositions alimentaires chroniques de la population en France métropolitaine à un grand nombre de substances, après combinaison avec les données de consommations alimentaires de la troisième étude individuelle nationale des consommations alimentaires (INCA3) ;
- réaliser les évaluations des risques sanitaires associés en comparant ces expositions aux valeurs sanitaires de référence ;
- émettre des recommandations à destination des pouvoirs publics, des filières ou des consommateurs en vue de réduire les contaminations et/ou les expositions aux substances potentiellement associées à un risque sanitaire, et/ou des recommandations de recherche (toxicologique, analytique, *etc.*).

Un premier rapport méthodologique publié en 2025 présente en détail (Anses 2024b) :

- la méthode de l'échantillonnage de l'EAT3 :
 - la sélection des aliments à échantillonner,
 - la construction du plan d'échantillonnage,
 - la réalisation du plan d'échantillonnage de mai 2021 à août 2022 (collecte des produits, préparation des aliments « tels que consommés », préparation des échantillons composites à analyser et envoi aux laboratoires d'analyse),

- la méthode générale d'estimation des expositions alimentaires de la population avec le recours à différentes sources d'information pour estimer la part des aliments issus de l'agriculture biologique dans l'alimentation des consommateurs,
- le principe général de choix des valeurs de référence et de la caractérisation du risque.

L'EAT3 cible plus de 250 substances. L'exploitation des résultats est publiée de façon séquentielle, en lien avec le planning des évaluations correspondantes. Cet avis et le rapport associé exposent les résultats de l'EAT3 pour l'acrylamide et les cinq éléments traces métalliques (ETM) suivants : l'argent, le cadmium, le plomb, l'aluminium et le mercure.

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Janvier 2024) ».

Les travaux d'expertise utilisent les teneurs en substances chimiques mesurées dans les aliments collectés et préparés tels que consommés, selon la procédure décrite dans le rapport méthodologique (Anses, 2024b). Les données de consommation sont issues de l'étude INCA3 (Anses, 2017), complétée par des données sur les proportions de consommation d'aliments issus de l'agriculture biologique du projet BioNutriNet (BNN) de la cohorte NutriNet-Santé (Hercberg et al. 2010).

L'expertise a été conduite par l'Unité Méthodologie et Etudes (UME) au sein de la Direction de l'Evaluation des Risques (DER) de l'Anses.

L'Anses s'est appuyée sur le groupe de travail « EAT3 » (GT EAT3), rattaché au comité d'experts spécialisé (CES) « Evaluation des risques physico-chimiques dans les aliments » (ERCA) pour l'instruction de cette saisine. Les missions du groupe de travail étaient de contribuer à la définition de la stratégie d'échantillonnage et à la construction du plan d'échantillonnage, à la rédaction des cahiers des charges pour l'analyse des échantillons, à l'évaluation des protocoles et résultats d'analyse, et à l'élaboration de la méthode d'évaluation des expositions.

La méthode de sélection des valeurs toxicologiques de référence (VTR) ou autres valeurs repères pour la caractérisation du risque a été élaborée par l'Unité d'Evaluation des Risques liés aux Aliments (UERALIM), avec l'appui du groupe de travail « Data-Tox » rattaché au CES ERCA (Anses 2024b).

L'expertise relève du domaine de compétences du CES ERCA, avec l'appui du CES « Eaux » pour les résultats relatifs au plomb. L'Anses a confié l'expertise au groupe de travail « EAT3 » et la sélection des valeurs de référence (VR) pour la caractérisation du risque au GT « Data-Tox ». Les travaux ont été présentés au CES ERCA tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques le 12 décembre 2024 et le 14 octobre 2025. Ils ont été adoptés par le CES ERCA les 16 janvier 2025, 26 mars 2025, 22 avril 2025, 5 juin 2025, 25 juin 2025, 11 juillet 2025 et 14 octobre 2025.

A l'issue de la publication de l'avis final de l'étude, les résultats des analyses des échantillons pour l'ensemble des substances étudiées dans l'EAT3 seront partagés *via* l'entrepôt national dédié aux données utilisées à des fins de recherche en vertu du principe de science ouverte.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet : <https://dpi.sante.gouv.fr/>. Un lien d'intérêt a été identifié pour un expert. Cet expert n'a pas participé à l'expertise du chapitre concerné dans ce rapport.

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES

Le lecteur peut se référer au rapport méthodologique de l'EAT3 (Anses 2024b) pour la présentation exhaustive de la méthode déployée dans l'étude incluant les données de consommation alimentaire et l'échantillonnage, ainsi qu'au rapport d'expertise collective accompagnant cet avis pour une présentation détaillée de la méthode d'analyse des aliments et des résultats, dont les concentrations en substances analysées (acrylamide, argent, cadmium, plomb, aluminium et mercure), l'évaluation des expositions alimentaires et des risques sanitaires.

3.1. Méthode

3.1.1. Données de consommation

Les données de consommation proviennent de l'étude INCA3. Il s'agit d'une enquête transversale visant à estimer les consommations alimentaires et les comportements en matière d'alimentation (Anses 2017; Dubuisson et al. 2019). Cette étude a été menée entre février 2014 et septembre 2015 auprès d'un échantillon représentatif d'individus vivant en France hexagonale. Au total, 5855 individus répartis en 2698 enfants de la naissance à 17 ans et 3157 adultes âgés de 18 à 79 ans ont participé à l'étude.

Les individus ont été sélectionnés selon un plan de sondage aléatoire à trois degrés décrit dans le rapport d'étude (Anses 2017). Deux échantillons indépendants ont été constitués : un échantillon « Enfants » et un échantillon « Adultes ».

Les données recueillies dans l'étude portent sur diverses thématiques en lien avec l'évaluation des risques nutritionnels ou sanitaires liés à l'alimentation : consommations d'aliments, de boissons et de compléments alimentaires, habitudes alimentaires (occasions et lieux de consommation, mode de production des aliments, *etc.*), pratiques potentiellement à risque au niveau sanitaire (préparation, consommation de denrées animales crues, *etc.*). Des données sur les caractéristiques socio-démographiques, anthropométriques et de niveau de vie ont également été recueillies.

Afin d'assurer la représentativité nationale des résultats présentés, l'échantillon de la population enquêté a fait l'objet d'un redressement¹ tenant compte de variables géographiques

¹ Le redressement vise à corriger l'échantillon enquêté de ses éventuels biais par rapport à la population cible de l'enquête. Il est utilisé quand les proportions de certaines catégories d'individus dans l'échantillon (ex : homme, femme, enfant) sont très différentes des proportions dans la population cible. En pratique, des poids élevés sont

et socio-économiques. A chaque individu est donc associée une pondération prise systématiquement en compte pour les analyses (Anses 2017).

Les consommations alimentaires des individus ont été recueillies sur 3 jours non consécutifs (2 jours de semaine et 1 jour de week-end) répartis sur environ 3 semaines. Afin d'assurer la représentativité des consommations sur une semaine entière, une pondération supplémentaire a été appliquée pour tenir compte du type de jour (semaine ou week-end, y compris jours fériés).

Les consommations alimentaires ont été recueillies par la méthode des rappels de 24 heures pour les individus âgés de 15 à 79 ans et par la méthode des enregistrements de 24 heures (via un carnet alimentaire) pour les individus âgés de 0 à 14 ans. Pour les jours sélectionnés, les individus devaient décrire leurs consommations alimentaires en identifiant tous les aliments et boissons consommés dans la journée et la nuit précédant le recueil. Ils devaient les décrire de façon aussi détaillée que possible et les quantifier à l'aide notamment d'un cahier de photographies de portions alimentaires et de mesures ménagères. Quel que soit l'âge, les interviews étaient conduits par téléphone, à l'aide du logiciel standardisé GloboDiet (Voss et al. 1998; Slimani et al. 1999), par des enquêteurs professionnels spécifiquement formés aux méthodes mises en œuvre et à l'utilisation du logiciel. Parmi les 5855 individus inclus dans l'étude, 4114 (2121 adultes et 1993 enfants) ont validé le volet consommation en répondant à au moins 2 interviews alimentaires. Dans l'EAT3, seuls les individus de 3 ans et plus (2121 adultes et 1808 enfants) ont été pris en compte.

Tous les aliments consommés ont été décrits de façon précise à l'aide d'une nomenclature portant sur 2922 aliments et d'un système de facettes/descripteurs, tel que recommandé par l'EFSA (EFSA 2014). Les facettes correspondent à des caractéristiques générales permettant de décrire les aliments, comme l'état physique, la teneur en matière grasse, la méthode de conservation, *etc.* Les descripteurs correspondent aux modalités de réponse aux facettes. Par exemple, pour l'état physique de l'aliment, les descripteurs peuvent être liquide, reconstitué à partir d'une poudre ou de flocons, en poudre, émincé, en purée, râpé, *etc.* Dix-sept facettes et plus de 600 descripteurs sont disponibles dans les données finales de l'étude INCA3. Pour les aliments industriels, la marque précise de l'aliment a également été enregistrée lorsqu'elle était connue. Les données de consommation de l'étude INCA3 recensent ainsi 36 734 combinaisons différentes d'aliments et de facettes/descripteurs consommés par la population.

Parallèlement au recueil des consommations alimentaires, les participants devaient répondre à plusieurs questionnaires adaptés à chaque classe d'âge, notamment un questionnaire auto-administré sur la fréquence de consommation de 11 groupes d'aliments issus de l'agriculture biologique.

3.1.2. Données de concentration

■ Echantillonnage alimentaire

Deux cent soixante-seize aliments répartis en 44 groupes et couvrant plus de 90 % du régime moyen de la population ont été sélectionnés à partir des données de l'étude INCA3 (Anses 2024b). Chaque aliment EAT3 a été échantillonné sur une ou deux saisons, afin de tenir

attribués aux individus appartenant aux catégories sous-représentées et des poids faibles sont attribués aux individus appartenant aux catégories surreprésentées dans l'échantillon.

compte des éventuelles variations de concentrations en substances chimiques selon la période de l'année. De plus, pour chaque aliment ont été constitués un échantillon de produits issus de l'agriculture conventionnelle et/ou un échantillon de produits issus de l'agriculture biologique. Dans la suite de ce document, il sera fait référence respectivement à aliment ou échantillon « conventionnel » et « bio ». Ainsi, pour chaque aliment EAT3, entre un et quatre échantillons ont été collectés. *In fine*, 718 échantillons ont été collectés lors de l'étude entre mai 2021 à août 2022 dans trois départements français (Loiret, Puy-de-Dôme et Hérault) et 1 échantillon spécifique de l'eau du robinet² de la cuisine expérimentale a été constitué (Anses 2024b). Chaque échantillon de l'EAT3 est composé de 12 sous-échantillons d'un même produit alimentaire (par exemple, les échantillons de « poire » sont constitués de 12 sous-échantillons de poires) ou de produits considérés comme présentant une concentration homogène vis-à-vis des substances étudiées (par exemple les brocolis et choux-fleurs ont été regroupés). Les sous-échantillons ont été déterminés de façon à être représentatifs de la consommation de l'aliment EAT3 au sein de la population française. Ils ont été préparés « tels que consommés » selon les déclarations des individus enquêtés dans l'étude INCA3 : mode de consommation (cru/cuit), méthode de cuisson ou de réchauffage de l'aliment, matériau des ustensiles de cuisson, matière grasse de cuisson, type d'eau utilisée pour la préparation des boissons chaudes, *etc.*

Après préparation et cuisson, chaque sous-échantillon a été broyé ou homogénéisé. L'étape finale de préparation des échantillons a consisté à rassembler et mixer par cryobroyage les 12 sous-échantillons constituant un échantillon, à, à l'exception de certains liquides qui ont été homogénéisés dans des béchers en verre (Anses 2024b). Pour les besoins de certaines analyses, certains échantillons ont également été lyophilisés.

■ Analyse des échantillons

Pour chaque famille de substances, les aliments pertinents à analyser ont été sélectionnés parmi les 276 aliments EAT3, sur la base des informations disponibles : données d'occurrence des précédentes EAT françaises, base de données Contamine³, données des évaluations de l'EFSA ou du Comité mixte d'experts FAO/OMS sur les additifs alimentaires (JECFA), littérature scientifique, propriétés physico-chimiques de la substance, listes des usages autorisés le cas échéant, et dires d'experts.

Les laboratoires en charge de l'analyse des échantillons alimentaires ont été sélectionnés sur la base d'un cahier des charges s'appuyant sur la norme NF EN ISO/IEC 17025:2017 et sur les guides et référentiels techniques français et européens (Comité français d'accréditation (COFRAC), DG-SANTE, *etc.*). Des prérequis ont été définis en termes de validation de méthodes, de participation à des essais interlaboratoires, de limites analytiques compatibles, et de contrôles qualité à mettre en œuvre au cours des analyses.

² Cet échantillon spécifique a été collecté afin de déterminer la provenance d'éventuelles contaminations des échantillons cuits ou préparés avec de l'eau du robinet (pâtes, cafés, *etc.*).

³ Contamine est une base de données gérée par l'Anses et qui centralise, sous un format unique, des données de contamination des denrées alimentaire à destination de l'alimentation humaine et animale. Elle comprend notamment des données relatives aux pesticides, médicaments vétérinaires et substances interdites ou encore éléments traces dans les denrées alimentaires d'origine animale et végétale, brutes ou transformées, et dans l'alimentation animale, recueillies principalement dans le cadre des plans de surveillance et de contrôle nationaux.

Les analyses d'acrylamide ont été conduites par l'antenne parisienne du Service commun des laboratoires (SCL-75) et les analyses d'aluminium, argent, cadmium, mercure et plomb ont été conduites par le Laboratoire de sécurité des aliments de l'Anses (LSAI).

■ Traitement des données censurées

Les données de concentration dites censurées (lorsque les résultats d'analyse sont inférieurs aux limites analytiques) ont été traitées selon les recommandations de l'OMS (WHO 2013). Deux hypothèses permettent d'encadrer les concentrations par leurs valeurs minimales et maximales. Ainsi, selon l'hypothèse basse (*lowerbound* ou LB), tout résultat inférieur à la limite de détection est considéré comme égal à zéro, et tout résultat supérieur à la limite de détection mais inférieur à la limite de quantification est considéré comme égal à la limite de détection. Selon l'hypothèse haute (*upperbound* ou UB), tout résultat inférieur à la limite de détection est considéré comme égal à la limite de détection, et tout résultat supérieur à la limite de détection mais inférieur à la limite de quantification est considéré comme égal à la limite de quantification.

■ Données de concentration dans l'eau du robinet

L'eau du robinet n'a pas été échantillonnée dans l'EAT3 en raison de la variabilité spatio-temporelle de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (EDCH) à l'échelle du territoire national. Par conséquent, les résultats d'analyses disponibles dans la base de données du Système d'information en santé-environnement sur les eaux (SISE-Eaux)⁴ gérée par le ministère en charge de la santé (DGS 2024) ont été utilisés pour caractériser les concentrations en ces substances dans l'eau du robinet consommée par chaque individu de l'étude INCA3 en fonction de son lieu d'habitation (voir ci-après). En raison des fréquences de prélèvement faibles pour certaines substances et/ou pour certaines unités de distribution (UDI)⁵, une période de 10 ans (2013-2023) a été couverte (*Arrêté du 11 janvier 2007 modifié*). Pour l'argent, les données de la base SISE-Eaux étant parcellaires, celles de la campagne exploratoire de 2012⁶ du Laboratoire d'Hydrologie de Nancy (LHN) de l'Anses ont été utilisées (DGS 2011).

3.1.3. Exploitation des résultats

■ Calcul des expositions

L'exposition à chaque substance s de chaque individu i de l'enquête INCA3 a été calculée en tenant compte de la part de la consommation d'aliments bio selon la formule suivante :

⁴ Cette base de données centralise les résultats du contrôle sanitaire des eaux, des contrôles complémentaires ou recontrôles associés (analyses d'eaux réalisées sous le contrôle des agences régionales de santé (ARS)), certains résultats de la surveillance exercée par la personne responsable de la production et de la distribution de l'eau ainsi que les résultats d'études commanditées par le ministère en charge de la santé ou par les ARS.

⁵ UDI : réseau de distribution dans lequel la qualité de l'eau est réputée homogène. Une unité de distribution d'eau potable est gérée par un seul exploitant, possédée par un même propriétaire et appartient à une même unité administrative.

⁶ Ces campagnes, réalisées dans le cadre des missions de référence du LHN, contribuent à renforcer la connaissance de la qualité sanitaire des EDCH par la recherche de composés émergents qui ne sont pas systématiquement réglementés, ne disposent pas toujours de limite de qualité et ne sont pas recherchés dans le contrôle sanitaire des EDCH. Ces campagnes permettent ainsi d'améliorer la connaissance de la contamination des ressources en eaux et des eaux traitées, de disposer de données d'occurrence robustes pour l'évaluation de l'exposition de l'homme à ces composés via les EDCH et, *in fine*, soutiennent également le besoin de faire évoluer la réglementation.

$$E_{i,s} = \frac{1}{PC_i} \sum_{a=1}^N C_{a,i} \times (p_{bio,a,i} \times T_{bio,a,s} + (1 - p_{bio,a,i}) \times T_{conv,a,s})$$

Où :

- $E_{i,s}$ est l'exposition de l'individu i à la substance s (par exemple en μg (kg de poids corporel) $^{-1}$ jour $^{-1}$) ;
- PC_i est le poids corporel de l'individu i (en kg) ;
- N est le nombre total d'aliments a dans le régime de l'individu i ;
- $C_{a,i}$ est la consommation de l'aliment a par l'individu i (en g/jour) ;
- $p_{bio,a,i}$ est la proportion de consommation de l'aliment a en bio dans la consommation totale de l'aliment a par l'individu i ;
- $T_{bio,a,s}$ est la teneur en substance s de l'aliment a issu de l'agriculture biologique (en $\mu\text{g/g}$ de poids frais) ;
- $T_{conv,a,s}$ est la teneur en substance s de l'aliment a issu de l'agriculture conventionnelle (en $\mu\text{g/g}$ de poids frais).

Pour les aliments pour lesquels des échantillons saisonniers ont été constitués, la teneur en substance s dans l'aliment échantillonné sur la période de consommation de l'individu a été prise en compte.

Chaque individu de l'étude INCA3 s'est vu attribuer une concentration pour l'eau du robinet, en fonction de sa commune, si celle-ci était couverte par les données disponibles, à défaut de son département. Dans le cas où le département n'était pas couvert non plus, une moyenne nationale a été attribuée. Pour calculer les expositions, les concentrations des substances considérées dans les échantillons constitués à base d'eau du robinet (échantillons du type sirop à l'eau, café filtre, café soluble, café au lait et thé) ont été ajustées pour chaque individu d'INCA3 afin de tenir compte de la concentration de la substance dans l'eau qui leur a été attribuée.

La proportion de consommation en bio de chaque aliment ($p_{bio,a,i}$) a été déterminée à partir des déclarations des individus enquêtés dans INCA3. Pour 72,9 % des actes de consommation (un aliment consommé par un individu), une proportion égale à 0 ou à 1 a pu être attribuée. Pour les actes de consommation restant (27,1 %), afin de compléter les données INCA3, les données du projet BioNutriNet (BNN) dans la cohorte NutriNet-Santé ont été utilisées (Hercberg et al. 2010). Une méthode probabiliste de détermination des proportions de consommation en bio ($p_{bio,a,i}$) à partir des données d'INCA3 et de BNN a été développée et est décrite dans le rapport méthode (Anses 2024b).

Le processus de détermination de la proportion de consommation en bio ($p_{bio,a,i}$) sur la base des données INCA3 et BNN a été évaluée par simulation statistique (1000 tirages), permettant d'obtenir des intervalles de confiance pour les estimations et ainsi d'évaluer les incertitudes liées aux variabilités inter et intra-individuelles en termes de consommation en bio.

Pour chacune des 1000 simulations, les expositions individuelles ont été calculées ainsi que l'exposition moyenne, son intervalle de confiance à 95 % et le 95^e centile d'exposition chez les enfants et chez les adultes, sous l'hypothèse basse (LB) et sous l'hypothèse haute (UB), après prise en compte des pondérations issues du plan de sondage d'INCA3.

■ Traitement spécifique pour le calcul des expositions au mercure

Comme il est rappelé dans le rapport d'expertise au chapitre 7.5, la toxicité du mercure diffère selon sa forme chimique dans l'aliment (méthylmercure ou mercure inorganique). Des analyses de spéciation en méthylmercure et mercure inorganique ont été effectuées sur une sélection d'aliments, à savoir les produits de la mer et les plats à base de produits de la mer, ainsi que le riz et produits à base de riz. En effet, il est généralement considéré que les autres aliments ne contiennent pas de méthylmercure (EFSA 2012). Le mercure total a quant à lui été analysé dans l'ensemble des échantillons.

Pour le méthylmercure, seuls les résultats des échantillons ciblés pour la spéciation ont été utilisés pour le calcul des expositions. Pour le calcul des expositions au mercure inorganique, l'ensemble des aliments a été considéré. Pour les échantillons ciblés pour la spéciation, les concentrations en mercure inorganique ont été utilisées, et pour les autres aliments, les concentrations en mercure total ont été utilisées en considérant l'hypothèse que 100 % du mercure total est sous forme inorganique (EFSA 2012).

■ Calcul de la contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne

Pour identifier et quantifier les contributeurs majeurs à l'exposition alimentaire, compte tenu de la censure dans les données de contamination, les contributions minimales et maximales des groupes d'aliments à l'exposition moyenne de la population ont été calculées.

Pour calculer la contribution minimale d'un groupe d'aliments à l'exposition moyenne, les teneurs sous l'hypothèse basse (LB) sont appliquées aux aliments du groupe et les teneurs sous l'hypothèse haute (UB) à tous les autres aliments. Puis, l'exposition moyenne attribuable au groupe considéré est calculée et divisée par l'exposition moyenne totale. Inversement, pour calculer la contribution maximale à l'exposition d'un groupe, les teneurs sous l'hypothèse haute sont appliquées aux aliments du groupe et les teneurs sous l'hypothèse basse à tous les autres aliments. Puis, l'exposition moyenne de la population, attribuable au groupe considéré, est calculée et divisée par l'exposition moyenne totale. Ce calcul est réalisé pour chacune des 1000 simulations.

■ Caractérisation du risque

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) ou autres valeurs repères ont été sélectionnées par le GT DataTox selon une démarche présentée dans le rapport méthode (Anses 2024b).

Pour les substances pour lesquelles une VTR à seuil, de type dose journalière tolérable (DJT), a été retenue, les expositions individuelles sont comparées à celle-ci (WHO, FAO, et IPCS 2009). Pour chacune des 1000 simulations, chez les enfants et chez les adultes, sous l'hypothèse basse (LB) et sous l'hypothèse haute (UB), la proportion d'individus dont l'exposition est supérieure à la VTR et son intervalle de confiance à 95 % ont été calculés. Dans le cas des substances pour lesquelles une *Benchmark dose lower bound* (BMDL) a été retenue, les marges d'exposition (*margin of exposure*, MOE) ont été calculées comme étant le ratio entre la BMDL et la moyenne d'une part et le 95^e centile d'exposition d'autre part (EFSA 2005). Les MOE ont été calculées pour chacune des 1000 simulations, chez les enfants et chez les adultes, sous l'hypothèse basse et sous l'hypothèse haute, et sont ensuite comparées à une MOE « critique » (Anses, 2025). La méthode de la caractérisation du risque présentée ici est identique à celle appliquée dans les précédentes EAT ; la sémantique des conclusions qui en découlent a été affinée en cohérence avec les récents travaux de l'Anses et de l'EFSA, et est présentée dans le rapport méthodologique (chapitre 7.3, Anses, 2024b).

3.2. Résultats

■ Caractérisation du danger

Les valeurs repères sélectionnées pour l'évaluation du risque sanitaire sont répertoriées dans les Tableau 1 et Tableau 2. Des informations sur l'absorption, la distribution, la métabolisation et l'élimination de chaque substance, ses effets, son éventuelle classification (CIRC, perturbation endocrinienne) et les raisons du choix de la ou des valeurs repères sont indiquées dans chaque fiche substance du rapport (cf. chapitres 7.1 à 7.6). Pour l'argent, le CES ERCA n'a pas retenu de valeur repère car la seule VTR orale chronique identifiée (US-EPA 1991) est basée sur une étude réalisée par voie intraveineuse, et est jugée non robuste.

Tableau 1 : Valeurs repères sélectionnées pour l'acrylamide et le plomb

		Acrylamide		Plomb	
Organisme (année)		EFSA (2015)	EFSA (2015)	Anses (2013)	EFSA (2010)
Nom et valeur		BMDL ₁₀ = 0,43 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹	BMDL ₁₀ = 0,17 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹	VTR interne = 15 µg.L ⁻¹ (correspondant à une BMDL ₁₀ de 0,63 µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹ en apport externe, selon EFSA (2010))	BMDL ₀₁ = 0,5 µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹ (correspondant à une plombémie de 12 µg.L ⁻¹)
Population cible		Population générale	Population générale	Population générale (adultes et enfants)	Population générale (enfants)
Effet critique		Dégénérescence du nerf sciatique	Adénocarcinome de la glande de Harder	Néphrotoxicité (maladie rénale chronique)	Neurotoxicité développementale (baisse d'un point de QI)
Étude clé	Référence(s)	NTP (2012)	NTP (2012)	Navas-Acien et al. (2009)	Lanphear et al. (2005)
	Population de l'étude ou espèce	Rats	Homme (adultes)	Homme (adultes)	Homme (enfants)
	Durée d'exposition	2 ans	Chronique	Chronique	Chronique
Marge d'exposition critique		125	10 000	10 ^a	10 ^b

VTR : valeur toxicologique de référence, BMDL : *Benchmark dose lower bound*, QI : quotient intellectuel, NA : non applicable

^a L'Anses en 2013 n'a pas proposé de MOE critique associée à la BMDL₁₀ de 0,63 µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹ en apport externe calculé par l'EFSA en 2010. L'EFSA indique "a margin of exposure of 10 or greater would be sufficient to ensure that there was no appreciable risk of a clinically significant change in the prevalence of chronic kidney disease. Indeed, overall, the risk at MOEs of greater than 1.0 would be very low". Compte tenu de cet intervalle entre 1 et 10, le CES ERCA a retenu une MOE critique de 10 pour être protecteur.

^b L'EFSA indique "a margin of exposure of 10 or greater should be sufficient to ensure that there was no appreciable risk of a clinically significant effect on IQ. At lower MOEs, but greater than 1.0, the risk is likely to be low, but not such that it could be dismissed as of no potential concern". Compte tenu de cet intervalle entre 1 et 10, le CES ERCA a retenu une MOE critique de 10 pour être protecteur.

Tableau 2 : Valeurs repères sélectionnées pour l'aluminium, le cadmium, le mercure inorganique et le méthylmercure

		Aluminium	Cadmium	Mercure inorganique	Méthylmercure
Organisme (année)		Anses (2024a)	Anses (2019)	EFSA (2012)	ATSDR (2024)
Nom et valeur		VTR _{Long terme, orale} * = 40 $\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$	DJT = 0,35 $\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$	DHT = 4 $\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ sem}^{-1}$	MRL = 0,1 $\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$
Population cible		Population générale	Population générale	Population générale	Population générale
Effet critique		Neurotoxicité (diminution des performances cognitives, apprentissage et mémorisation)	Risque d'ostéoporose ou de fractures	Augmentation du poids du rein	Neurotoxicité développementale (baisse du QI chez l'enfant)
Étude clé	Référence(s)	Cao et al. (2016)	Engström et al. (2011; 2012)	NTP (1993)	Axelrad et al. (2007a; 2007b)
	Population de l'étude ou espèce	Rats	Population générale (femmes)	Rats	Enfants (cohortes Féroé, Nouvelle Zélande, Seychelles)
	Durée d'exposition	3 mois	Chronique	6 mois	Chronique
Point de départ		NOAEL = 10 $\text{mg (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$	NOAEL (cadmium urinaire) = 0,5 $\mu\text{g Cd.g}^{-1}$ créatinine	BMDL ₁₀ = 60 $\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$	NAEL = 0,41 $\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$
Ajustement		NOAEL _{HED} = 2,83 $\text{mg (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$	Modèle PBTK de Kjellström et Nordberg (1978)	NA	NA
Facteur (s) d'incertitude		79 (FI _A =2,5, FI _H =10, FI _S =√10)	NA	100 (FI _A = 10, FI _H = 10)	FI _H = 3

* : selon la terminologie de l'Anses Anses (2025), BMDL : *Benchmark dose lower bound*, DHT : dose hebdomadaire tolérable, DJT : dose journalière tolérable, FI_A : Facteur d'incertitude lié à la variabilité inter-espèces, FI_H : Facteur d'incertitude lié à la variabilité interindividuelle, FI_S : Facteur d'incertitude lié à une transposition d'une exposition moyen terme à une exposition long terme, HED : *Human equivalent dose*, MRL : *maximum risk level*, NA : non applicable, NAEL : *No adverse effect level*, NOAEL : *No-observed adverse effect level*, PBTK : *Physiologically based toxicokinetic*, VTR : valeur toxicologique de référence

■ Concentrations dans les aliments

Le Tableau 3 présente les taux de détection et de quantification des substances étudiées dans les échantillons EAT3.

Les synthèses des concentrations par groupe d'aliments sont présentées dans les Tableau 4, Tableau 5 et Tableau 6. Compte tenu des taux de détection et quantification élevés pour l'aluminium, le cadmium, le méthylmercure et le plomb, les résultats sous les hypothèses LB et UB sont très proches. Aussi, les résultats sont présentés sous la seule hypothèse basse (LB). A noter que l'ensemble des résultats (LB/UB) est disponible dans le rapport. Pour l'acrylamide, l'argent et le mercure total ou inorganique, les résultats sont présentés sous les hypothèses LB et UB.

Tableau 3 : Taux de détection et quantification des substances étudiées dans les échantillons EAT3

Substance	Nombre d'échantillons analysés	Taux de détection	Taux de quantification
Acrylamide	312	65 %	42 %
Aluminium	718	100 %	97 %
Argent	718	3 %	1 %
Cadmium	718	89 %	67 %
Mercure total	718	20 %	6 %
Mercure inorganique	46	91 %	54 %
Méthylmercure	46	91 %	72 %
Plomb	718	100 %	90 %

Tableau 4 : Estimation de la concentration en acrylamide dans les aliments (en µg/kg poids frais)

Groupes d'aliments (Nb ech)	% détection	Moy LB (ET) - Moy UB (ET)*
Pain et panification sèche raffinés (18)	100	22 (22) - 23 (22)
Pain et panification sèche complets ou semi-complets	100	22 (19) - 24 (17)
Céréales pour petit déjeuner (16)	100	36 (29) - 40 (26)
Pâtes, riz, blé raffinés (2)	0	0 - 10
Pâtes, riz, blé complets et semi-complets (2)	0	0 - 10
Viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés	98	21 (29) - 24 (28)
Entremets et crèmes desserts (18)	22	0,97 (1,9) - 7,9 (5,8)
Glaces, desserts glacés et sorbets (2)	100	5 - 20
Volailles (8)	25	8,5 (16) - 24 (6,8)
Poisson pané (1)	0	0 - 20
Crustacés et mollusques (1)	0	0 - 20
Pommes de terre (17)	100	240 (270)
<i>dont frites</i>		390 (250)
<i>dont pommes de terre sautées</i>		570 (85)
Fruits frais, au sirop et compotes (47)	38	1,8 (5,1) - 6,1 (5,4)
Noix et fruits oléagineux (8)	50	20 (22) - 30 (13)
Confiserie et chocolat (12)	50	20 (33) - 30 (28)
Sucre et matières sucrantes (2)	0	0 - 3
Boissons alcoolisées (2)	0	0 - 20
Boissons chaudes (22)	32	2,5 (5,3) - 10 (7,5)
Plats à base de viandes (8)	25	6,8 (13) - 17 (7,8)
Plats à base de poissons (2)	0	0 - 20
Plats à base de pommes de terre ou de céréales (18)	39	21 (42) - 34 (36)
Salades composées (2)	0	0 - 20
Sandwich, pizzas et tartes salées (28)	93	15 (13) - 17 (11)
Chips et biscuits salés (5)	100	220 (180)
Condiments, herbes et épices (10)	100	250 (380)

Dans ce tableau, les statistiques descriptives portent sur l'ensemble des échantillons analysés, bio et conventionnels confondus. Nb ech : nombre d'échantillons, moy : moyenne, ET : écart-type, LB : *lowerbound*, UB : *upperbound*, * Si LB = UB, une seule valeur est présentée (moyenne et son écart-type) ; si l'écart-type est nul, il n'est pas présenté

Tableau 5 : Estimation de la concentration en méthylmercure dans les aliments (en µg/kg poids frais)

Groupes d'aliments (Nb ech)	% détection	Moy LB (ET)
Céréales pour petit déjeuner contenant du riz (2)	100	2,4 (0,021)
Riz raffinés (2)	50	0,4 (0,56)
Riz complets et semi-complets (2)	100	0,89 (0,057)
Gâteau de riz (2)	0	0
Poissons (17)	100	94 (170)
Crustacés et mollusques (9)	100	27 (44)
Plats à base de poissons (5)	100	19 (5,6)
Plats à base de riz (4)	100	0,7 (0,22)
Salades composées à base de poisson (2)	100	20 (3,9)
Nem ou samoussa (contenant des produits de la mer) (1)	0	0

Dans ce tableau, les statistiques descriptives portent sur l'ensemble des échantillons analysés, bio et conventionnels confondus. Nb ech: nombre d'échantillon, Moy : moyenne, ET : écart-type, LB : *lowerbound*, UB : *upperbound* ; si l'écart-type est nul, il n'est pas présenté

Concernant l'acrylamide, un échantillon de frites dépasse la teneur de référence de 500 µg/kg fixée par la réglementation (Commission Européenne 2017). Pour rappel, les échantillons de l'EAT3 sont constitués de sous-échantillons qui reflètent les pratiques d'achat (lieux d'approvisionnement, rayons d'achat, marques, etc.) et de préparation (par exemple, modes de cuisson) des consommateurs (Anses 2024b). Aussi, les aliments analysés sont préparés tels que le consommateur les prépare chez lui, en suivant les données recueillies dans l'étude INCA3.

Concernant le cadmium, le mercure total et le plomb, aucun échantillon ne dépasse la teneur maximale réglementaire (Commission Européenne 2023). L'aluminium, l'argent et les formes de spéciation du mercure n'ont pas de teneur maximale réglementaire dans les aliments.

Tableau 6 : Estimation de la concentration en aluminium, en argent, en cadmium, en mercure total et inorganique et en plomb dans les aliments

Groupes d'aliments (Nb ech)	Aluminium (mg/kg poids frais)		Argent (µg/kg poids frais)		Cadmium (µg/kg poids frais)		Mercure total ou inorganique* (µg/kg poids frais)		Plomb (µg/kg poids frais)	
	%	Moy LB (ET)	%	Moy LB (ET) - Moy UB (ET)**	%	Moy LB (ET)	%	Moy LB (ET) - Moy UB (ET)**	%	Moy LB (ET)
Pain et panification sèche raffinés (18)	100	4,1 (1,8)	0	0 - 9	100	20 (7,5)	11	0,094 (0,28) - 2,8 (0,65)	100	7,7 (5,9)
Pain et panification sèche complets ou semi-complets (12)	100	4 (1,8)	0	0 - 9	100	22 (8,3)	25	1,4 (3,8) - 4,2 (3,4)	100	6,8 (2,8)
Céréales pour petit déjeuner* (16)	100	6,1 (5,5)	0	0 - 9	100	28 (17)	38	0,87 (1,2) - 4,4 (3)	100	8,1 (6,1)
Pâtes, riz, blé raffinés* (6)	100	1,2 (0,99)	0	0 - 8,9 (0,31)	100	9,4 (5,4)	17	0,43 (1,1) - 2,8 (3)	100	3,1 (1,4)
Pâtes, riz, blé complets et semi-complets* (6)	100	1,9 (2)	0	0 - 8,9 (0,31)	100	12 (4,5)	33	0,14 (0,22) - 2,1 (0,58)	100	4,9 (4,8)
Viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés (48)	100	3,9 (2,8)	0	0 - 9 (0,24)	100	14 (10)	10	0,24 (0,74) - 3,1 (1,7)	100	7 (4,9)
Laits (8)	100	0,052 (0,017)	0	0 - 2,2	100	0,05 (0)	0	0 - 0,65	100	0,69 (0,11)
Yaourts et fromages blancs (38)	100	0,32 (0,28)	0	0 - 7,5	55	0,11 (0,13)	13	0,28 (1) - 2,6 (1,4)	100	1,3 (0,67)
Fromages (30)	100	0,4 (0,27)	0	0 - 7,5	100	0,31 (0,29)	13	0,18 (0,56) - 2,6 (1,3)	100	5 (2,5)
Entremets et crèmes desserts* (18)	100	1,7 (2,3)	0	0 - 7,5	100	5,5 (9,5)	28	0,4 (0,82) - 2,9 (2)	100	2,1 (2)
Glaces, desserts glacés et sorbets (4)	100	1,3 (0,9)	0	0 - 7,5	100	2,4 (1,2)	25	0,52 (1) - 2,7 (1)	100	2,6 (0,99)
Matières grasses animales (14)	100	0,26 (0,32)	0	0 - 8,1 (0,82)	36	0,053 (0,081)	14	0,19 (0,58) - 2,8 (1,3)	100	1,4 (0,98)
Matières grasses végétales (13)	92	0,23 (0,19)	0	0 - 14 (2,1)	15	0,39 (1,3)	15	0,31 (0,76) - 4,8 (1,9)	100	2 (1,8)
Œufs et plats à base d'œufs (8)	100	0,33 (0,25)	0	0 - 7,5	75	2,6 (2,7)	38	0,65 (0,98) - 3,7 (2,3)	100	1,5 (0,98)
Viandes (hors volailles) (20)	100	0,35 (0,15)	0	0 - 7,5	90	0,17 (0,13)	20	0,35 (0,79) - 3 (1,8)	100	2 (1,9)
Volailles (10)	100	0,43 (0,24)	0	0 - 7,6 (0,47)	100	1,2 (0,54)	0	0 - 2,2 (0,14)	100	1,5 (0,97)
Charcuterie (29)	100	1,9 (2,7)	0	0 - 7,5	100	2,5 (4,2)	14	0,3 (0,76) - 2,9 (1,8)	100	5,8 (3,4)
Abats (8)	100	1,5 (1,4)	25	1,9 (3,5) - 12 (8,1)	100	51 (92)	25	0,38 (0,78) - 3 (1,8)	100	14 (9,9)
Poissons* (17)	100	0,86 (2,6)	0	0 - 7,5	100	6,4 (13)	100	6,4 (11)	100	4,6 (13)
Crustacés et mollusques* (9)	100	21 (15)	56	130 (250) - 140 (250)	100	81 (91)	100	2,5 (2,4) - 2,8 (2,1)	100	34 (41)
Légumes (74)	100	3,1 (4)	4,1	8,4 (42) - 16 (40)	100	15 (18)	12	4,2 (21) - 6,5 (20)	100	8,3 (6)
Légumineuses (5)	100	3,4 (1,9)	0	0 - 7,4 (0,12)	100	2,2 (1,3)	0	0 - 2,2 (0,035)	100	5,7 (1,2)
Pommes de terre (17)	100	1,2 (1,1)	0	0 - 7,5	100	29 (13)	5,9	0,13 (0,53) - 2,5 (1,2)	100	2 (0,87)
Fruits frais, au sirop et compotes (47)	100	0,66 (0,55)	0	0 - 7 (0,59)	91	0,79 (1,3)	8,5	0,26 (1,2) - 2,4 (1,2)	100	2,8 (1,3)
Noix et fruits oléagineux (8)	100	1,8 (1,3)	0	0 - 7,6 (0,27)	100	20 (7,5)	12	0,27 (0,77) - 2,8 (1,8)	100	24 (24)
Confiserie et chocolat (12)	100	14 (13)	0	0 - 15 (0,22)	100	58 (78)	42	1,8 (2,6) - 7,6 (4,6)	100	11 (7,5)
Sucre et matières sucrantes (6)	100	0,87 (0,47)	0	0 - 0,12 (0,012)	67	0,51 (0,79)	0	0 - 4,3 (0,063)	67	3,1 (2,7)
Eaux embouteillées (10)	100	0,0056 (0,0035)	0	0,32 (0,85) - 3 (2)	60	0,0043	20	0,0065 (0,014) - 0,047 (0,032)	100	0,05 (0,04)

Groupes d'aliments (Nb ech)	Aluminium (mg/kg poids frais)		Argent (µg/kg poids frais)		Cadmium (µg/kg poids frais)		Mercure total ou inorganique* (µg/kg poids frais)		Plomb (µg/kg poids frais)	
	%	Moy LB (ET)	%	Moy LB (ET) - Moy UB (ET)**	%	Moy LB (ET)	%	Moy LB (ET) - Moy UB (ET)**	%	Moy LB (ET)
Boissons rafraîchissantes sans alcool (7)	100	0,31 (0,59)	14	0 - 2,2	14	0,0071 (0,019)	14	0,093 (0,25) - 0,86 (0,57)	100	0,81 (0,42)
Jus de fruits (20)	100	0,33 (0,28)	0	0 - 2,6 (0,5)	45	0,084 (0,14)	0	0 - 0,65	100	2,2 (2,6)
Boissons alcoolisées (9)	100	0,39 (0,28)	0	0,82 (1,1) - 4,2 (2,6)	56	0,1 (0,13)	11	0,11 (0,32) - 0,82 (0,37)	100	5,5 (5,5)
Boissons chaudes (22)	100	1,2 (1,6)	36	0 - 7,5	82	1,5 (3,1)	18	0,11 (0,26) - 0,92 (0,63)	100	1,4 (1)
Soupes (2)	100	1,5 (0,28)	0	0 - 7,5 (0,11)	100	8,5 (1,8)	50	1,1 (1,5) - 4,7 (3,5)	100	3,9 (0,59)
Plats à base de viandes (24)	100	1,9 (0,84)	0	0 - 7,5	100	5,4 (1,7)	12	0,36 (1) - 2,8 (1,7)	100	5,8 (2,3)
Plats à base de poissons* (5)	100	1,2 (0,97)	0	0 - 7,3 (0,37)	100	11 (6,1)	100	0,79 (0,84) - 1,6 (0,52)	100	15 (25)
Plats à base de légumes (10)	100	2,2 (1,5)	0	0 - 7,5 (0,055)	100	9,1 (5,4)	30	0,43 (0,84) - 3 (1,9)	100	5,6 (1,7)
Plats à base de pommes de terre ou de céréales* (24)	100	1,4 (0,76)	0	0 - 7,5	100	11 (5,1)	29	0,27 (0,61) - 2,5 (1,5)	100	3,2 (1,4)
Salades composées (14)	100	1,7 (1,2)	0	0 - 7,9 (0,74)	100	9,8 (4,3)	36	0,92 (1,6) - 3,3 (1,9)	100	5 (2,1)
Sandwich, pizzas et tartes salées* (28)	100	2,6 (1,3)	0	0 - 11 (3,3)	100	9,6 (3,1)	14	0,27 (0,73) - 2,8 (1,7)	100	5,1 (2,4)
Chips et biscuits salés (5)	100	4,1 (1,7)	0	0,28 (0,8) - 4,2 (2,7)	100	34 (32)	0	0 - 3,3 (0,95)	100	7,1 (3,2)
Substituts de produits animaux à base de soja et autres végétaux (8)	100	2,2 (2)	12	0 - 11 (3,9)	100	8 (7,2)	25	0,15 (0,28) - 1,4 (1)	100	2,5 (2,2)
Sauces chaudes et froides (12)	100	3,3 (2,8)	0	0 - 9,2 (5,2)	100	11 (7,8)	25	0,9 (1,7) - 5,3 (4,7)	100	6,3 (3,7)
Condiments, herbes et épices (17)	100	120 (170)	0	0 - 15 (0,22)	100	30 (31)	65	3,6 (5,2) - 7,2 (5,4)	100	110 (130)

Dans ce tableau, les statistiques descriptives portent sur l'ensemble des échantillons analysés, bio et conventionnels confondus

*Dans les 46 échantillons de produits de la mer et plats à base de produits de la mer, de riz et produits à base de riz, les concentrations de mercure inorganique ont été mesurées spécifiquement. Pour les autres échantillons, la concentration en mercure inorganique a été considérée égale à la concentration en mercure totale mesurée.

% : Pourcentage de détection, Nb ech: nombre d'échantillon, Moy : moyenne, ET : écart-type, LB : *lowerbound*, UB : *upperbound*, **Si LB=UB, une seule valeur est présentée (moyenne et son écart-type); si l'écart-type est nul, il n'est pas présenté

■ **Evaluation des expositions et caractérisation du risque**

La synthèse des résultats d'exposition des enfants (3-17 ans) et des adultes (18-79 ans) est présentée dans les tableaux 7 et 8, accompagnée des marges d'exposition pour l'acrylamide et le plomb, et des pourcentages de la population dépassant la valeur de référence pour l'aluminium, le cadmium, le mercure inorganique et le méthylmercure.

Tableau 7 : Synthèse des résultats d'exposition à l'acrylamide et au plomb, et marges d'exposition (estimations et intervalle de confiance à 95%)

			Acrylamide			Plomb		
			Exposition ($\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$)	Marges d'exposition pour les effets neurotoxiques ($\text{MOEc} = 125$) ¹	Marges d'exposition pour les effets cancérogènes ($\text{MOEc} = 10\ 000$) ²	Exposition ($\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$)	Marges d'exposition pour les effets néphrotoxiques ($\text{MOEc} = 10$) ³	Marges d'exposition pour les effets neurotoxiques ($\text{MOEc} = 10$) ⁴
Enfants	LB	Moyenne	0,53 [0,46 - 0,60]	814 [810 - 821]	322 [320 - 325]	0,18 [0,17 - 0,19]	3,5 [3,5 - 3,5]	2,8 [2,7 - 2,8]
		95 ^e centile	1,5 [1,5 - 1,6]	279 [274 - 280]	110 [108 - 111]	0,38 [0,38 - 0,39]	1,6 [1,6 - 1,7]	1,3 [1,3 - 1,3]
	UB	Moyenne	0,64 [0,57 - 0,71]	674 [670 - 678]	266 [265 - 268]	0,20 [0,19 - 0,21]	3,2 [3,2 - 3,2]	2,5 [2,5 - 2,5]
		95 ^e centile	1,7	250 [248 - 256]	99 [98 - 101]	0,41 [0,39 - 0,42]	1,5 [1,5 - 1,6]	1,2 [1,2 - 1,3]
Adultes	LB	Moyenne	0,23 [0,20 - 0,26]	1863 [1855 - 1872]	737 [733 - 740]	0,12 [0,11 - 0,12]	5,3 [5,3 - 5,4]	NA
		95 ^e centile	0,76 [0,74 - 0,77]	569 [561 - 581]	225 [222 - 230]	0,23 [0,23 - 0,24]	2,7 [2,7 - 2,7]	
	UB	Moyenne	0,32 [0,29 - 0,35]	1348 [1344 - 1353]	533 [531 - 535]	0,13 [0,12 - 0,13]	5,0 [5,0 - 5,0]	
		95 ^e centile	0,88 [0,85 - 0,90]	489 [477 - 503]	193 [189 - 199]	0,25 [0,24 - 0,25]	2,5 [2,5 - 2,6]	

MOEc : marge d'exposition critique, LB : *lowerbound*, UB : *upperbound*, NA : non applicable (effets non retenus dans la population adulte)

¹ BMDL₁₀ = 0,43 mg (kg pc)⁻¹ j⁻¹ pour les effets neurotoxiques (EFSA, 2015)

² BMDL₁₀ = 0,17 mg (kg pc)⁻¹ j⁻¹ pour les effets cancérogènes (EFSA, 2015)

³ BMDL₁₀ = 0,63 $\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ pour les effets néphrotoxiques (Anses 2013b)

⁴ BMDL₀₁ = 0,5 $\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ pour les effets neurotoxiques (EFSA 2010)

Tableau 8 : Synthèse des résultats d'exposition à l'aluminium, à l'argent, au cadmium, au mercure inorganique et au méthylmercure, et pourcentage de dépassement de la VTR (estimation et intervalle de confiance à 95 %)

			Exposition moyenne	Exposition au 95 ^e centile	Pourcentage de dépassement de la VTR* (%)
Aluminium ($\mu\text{g (kg pc}^{-1}) \text{ j}^{-1}$)	Enfants	LB = UB	71 [68 - 74]	150 [140 - 150]	76 [73 - 79]
	Adultes	LB = UB	38 [37 - 39]	75 [73 - 77]	39 [35 - 42]
Argent ($\mu\text{g (kg pc}^{-1}) \text{ j}^{-1}$)	Enfants	LB	0,011 [0,0048 - 0,017]	0,026 [0,025 - 0,027]	NA (pas de VTR retenue)
		UB	0,27 [0,26 - 0,28]	0,51 [0,51 - 0,52]	
	Adultes	LB	0,023 [0,019 - 0,027]	0,064 [0,062 - 0,064]	
		UB	0,19 [0,18 - 0,19]	0,34 [0,33 - 0,34]	
Cadmium ($\mu\text{g (kg pc}^{-1}) \text{ j}^{-1}$)	Enfants	LB	0,27 [0,25 - 0,28]	0,52 [0,51 - 0,53]	23 [20 - 27]
		UB	0,28 [0,26 - 0,29]	0,54 [0,53 - 0,56]	27 [23 - 31]
	Adultes	LB	0,14 [0,14 - 0,15]	0,26 [0,26 - 0,27]	1,4 [0,68 - 2,7]
		UB	0,15 [0,15 - 0,16]	0,27 [0,27 - 0,28]	1,6 [0,86 - 2,9]
Mercure inorganique ($\mu\text{g (kg pc}^{-1}) \text{ sem}^{-1}$)	Enfants	LB	0,13 [0,12 - 0,14]	0,37 [0,36 - 0,38]	0
		UB	0,75 [0,72 - 0,78]	1,5 [1,4 - 1,5]	0
	Adultes	LB	0,069 [0,065 - 0,074]	0,19 [0,18 - 0,2]	0
		UB	0,41 [0,4 - 0,43]	0,74 [0,72 - 0,75]	0
Méthylmercure ($\mu\text{g (kg pc}^{-1}) \text{ j}^{-1}$)	Enfants	LB	0,028 [0,024 - 0,032]	0,12 [0,12 - 0,12]	7,3 [5,7 - 9,2]
		UB	0,029 [0,025 - 0,033]	0,12 [0,12 - 0,12]	7,4 [5,8 - 9,4]
	Adultes	LB	0,021 [0,018 - 0,024]	0,085 [0,085 - 0,085]	4,0 [3,0 - 5,3]
		UB	0,022 [0,018 - 0,025]	0,085 [0,085 - 0,085]	4,0 [3,0 - 5,3]

LB : *lowerbound*, UB : *upperbound*, NA : non applicable

*Aluminium : $\text{VTR}_{\text{Long terme, orale}} = 40 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (Anses 2024a), cadmium : $\text{DJT} = 0,35 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (Anses 2019), mercure inorganique : $\text{DHT} = 4 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ sem}^{-1}$ (EFSA 2012), méthylmercure : $\text{MRL} = 0,1 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (ATSDR 2024)

■ **Contributeurs à l'exposition**

Les principaux contributeurs à l'exposition moyenne des substances qui suscitent une préoccupation sanitaire (acrylamide, plomb) ou pour lesquelles un risque a été identifié (aluminium, cadmium, méthylmercure) sont présentés dans le Tableau 9, chez les enfants (E) et les adultes (A).

Tableau 9 : Principaux contributeurs à l'exposition moyenne des substances qui suscitent une préoccupation sanitaire (acrylamide, plomb) ou pour lesquelles un risque a été identifié (aluminium, cadmium, méthylmercure) (minimum – maximum)

Groupe d'aliments	Acrylamide	Aluminium	Cadmium	Méthylmercure	Plomb
Pain et panification sèche raffinés	4,1-5,3 % (E) ; 8,2-12 % (A)	10 % (E) ; 17 % (A)	11-12 % (E) ; 19- 20 % (A)		11-12 % (E) ; 15-17 % (A)
Céréales pour petit déjeuner		6 % (E) ; 8 % (A)			
Pâtes, riz, blé raffinés			6 % (E)		
Viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés	6,6-9,1 % (E) 3,7-6 % (A)	17 % (E)	11-12 % (E) ; 5-6 % (A)		9 % (E)
Poissons				73-75 % (E) ; 74-76 % (A) ²	
Crustacés et mollusques			15-20 % (A, > VTR)	6 % (E) ; 5 % (A)	
Légumes		8 % (E) ; 10 % (A)	8,3-8,8 % (E) ; 10- 11 % (A)		10-11 % (E et A)
Pommes de terre	56-68 % (E), 47-65 % (A) ¹		18-19 % (E) ; 16- 17 % (A)		
Fruits frais, au sirop et compotes					6 % (E) ; 5 % (A)
Confiserie et chocolat		6 % (E)			
Eau du robinet					12-19 % (E) ; 10-16 % (A)
Boissons alcoolisées					11-12 % (A)
Boissons chaudes	1,1-17 % (A)	12 % (E) ; 17 % (A)			5-6 % (A)
Soupes		5 % (A)	8 % (A)		
Plats à base de poissons				7 % (E) ; 5 % (A)	
Plats à base de pommes de terre ou de céréales			6 % (E)		
Salades composées				à base de poisson : 11 % (E) ; 10 % (A)	
Chips et biscuits salés	4,1-5,1 % (E)				

E : chez les enfants, A : chez les adultes, > VTR : Chez les individus dont l'exposition individuelle dépasse la VTR.
Cellule vide ou groupe absent : contributions inférieures à 5 %

¹ (E) 56-68 % dont frites : 31-38 %, pommes de terre sautées : 21-26 % ; (A) 47-65 %, dont frites : 23-33 %, pommes de terre sautées : 28 %

² (E) 73 à 75 % dont poisson pané : 15 %, colin, lieu, merlu et merlan : 13 à 14 %, cabillaud : 13 %, thon blanc : 12 à 13 %, saumon hors saumon fumé : 9 à 10 %, poissons prédateurs hors thon blanc : 8 % ; (A) 74-76 % dont cabillaud : 22-23 %, poissons prédateurs hors thon blanc : 13 %, colin, lieu, merlan, merlu : 12 %, thon blanc : 12 %, saumon hors saumon fumé : 6-7 %

3.3. Conclusions du CES « ERCA »

Cet avis et le rapport associé présentent les premiers résultats de l'EAT3 concernant l'acrylamide, l'argent, l'aluminium, le cadmium, le mercure inorganique, le méthylmercure et le plomb. Ces résultats permettent d'actualiser le bilan des concentrations, des expositions et l'évaluation du risque sanitaire chronique associé à ces contaminants chimiques de l'alimentation, pour la population générale de 3 à 79 ans, près de quinze ans après l'EAT2.

Les expositions à l'acrylamide et au plomb suscitent une préoccupation sanitaire pour la population, et il y a un risque lié à l'exposition à l'aluminium, au cadmium et au méthylmercure. Le risque lié à l'exposition au mercure inorganique peut, quant à lui, être écarté. En l'absence de point de départ toxicologique (par manque de données de toxicité par voie orale chez l'animal et chez l'Homme), il n'est pas possible de conclure quant au risque lié à l'exposition à l'argent.

En ce qui concerne les aliments (hors eau du robinet), le CES « ERCA » recommande de :

- poursuivre les efforts de réduction des concentrations en acrylamide, aluminium, cadmium, méthylmercure et en plomb, et de renforcer la surveillance de la contamination des denrées alimentaires, en particulier des principaux contributeurs ;
- mener des études complémentaires pour conforter les résultats et comprendre l'origine de l'acrylamide dans le poivre, les épices et les fruits, qui sont de potentiels contributeurs à l'exposition non listés dans le règlement UE ;
- mener des études de toxicité permettant d'établir une VTR pour l'argent applicable à la population générale ;
- poursuivre les efforts engagés de réduction des expositions alimentaires au cadmium. En ce sens, des actions cibles à court et moyen termes, ont été déterminées⁷ sur la réduction de l'apport en cadmium par les matières fertilisantes, la promotion de l'évolution des pratiques agricoles et la surveillance continue des intrants agricoles ;
- mener des travaux complémentaires sur la contribution totale du cacao à l'exposition au cadmium : bien que l'EAT3 n'ait pas mis en évidence une contribution majeure du chocolat à l'exposition moyenne au cadmium, le CES a pris note de l'attention portée par les instances internationales concernant la contamination du cacao par le cadmium ;
- conduire des travaux afin d'identifier l'origine de la contamination des aliments par le plomb, qu'elle soit liée aux activités humaines ou à la préparation des aliments, notamment dans les denrées à base de céréales et les boissons alcoolisées (en particulier le vin), mais surtout dans les denrées dont la consommation est recommandée par le programme national nutrition-santé (PNNS) comme les fruits et les légumes ;
- renforcer la communication pour le suivi des recommandations de consommation de poissons. En effet, l'Anses recommande, afin de permettre une couverture optimale des besoins en nutriments tout en limitant le risque de surexposition aux contaminants chimiques dont le méthylmercure, la consommation de 2 portions de poissons par semaine, dont une à forte teneur en acide eïcosapentaénoïque (EPA) et acide docosahexaénoïque (DHA), en variant les espèces de poisson et les lieux d'approvisionnement. Par ailleurs, il est recommandé aux femmes enceintes ou allaitantes et aux enfants de moins de 3 ans de limiter la consommation de poissons prédateurs sauvages (lotte (baudroie), loup (bar), bonite, anguille, empereur,

⁷ Autosaisine de l'Anses n°2023-AUTO-0150 « Priorisation des leviers d'action pour réduire l'imprégnation de la population française au cadmium selon une approche d'exposition agrégée ».

grenadier, flétan, brochet, dorade, raie, sabre, thon, *etc.*), et d'éviter, à titre de précaution, celle d'espadon, marlin, siki, requin et lamproie (Afssa 2010; Anses 2013a; 2016a).

3.4. Recommandations du CES « Eaux » spécifiques au plomb dans l'eau du robinet

En ce qui concerne l'eau du robinet, qui contribue à hauteur de 10 à 19 % de l'exposition au plomb, le CES « Eaux » :

- considère que la réduction de l'exposition de la population au plomb reste un objectif prioritaire de santé publique. Il est recommandé d'anticiper l'entrée en vigueur, en janvier 2036, de la limite de qualité de 5 µg/L au robinet du consommateur, en réduisant dès à présent les niveaux de concentration en plomb ;
- rappelle que la réglementation française impose de distribuer une eau à l'équilibre calco-carbonique voire légèrement incrustante (Arrêté du 11 janvier 2007 modifié), ce qui permet en particulier de limiter le relargage du plomb par la réglementation relative aux matériaux au contact de l'eau (MCDE) ;
- recommande d'interdire dès que possible, dans le cadre de la réglementation relative aux MCDE, les alliages métalliques contenant du plomb et ne permettant pas de satisfaire la limite de qualité de 5 µg/L sans attendre la fin de la période transitoire fixée au 31 décembre 2032 ;
- rappelle la nécessité de remplacement de tous les branchements publics et des canalisations intérieures en plomb (y-compris dans l'habitat privé), ainsi que de développer une politique de sensibilisation des propriétaires et de substitution des canalisations en plomb dans les parties privatives des réseaux d'EDCH. Il encourage la mise en œuvre de diagnostics chez les particuliers, notamment dans l'habitat ancien ;
- rappelle l'importance de réaliser une analyse des risques relative aux installations intérieures de distribution d'EDCH, comme exigée par l'Arrêté du 30 décembre 2022 relatif à l'évaluation des risques liés aux installations intérieures de distribution d'eau destinée à la consommation humaine ;
- rappelle que, même si certains fabricants de carafes filtrantes revendiquent une efficacité pour l'élimination de métaux comme le plomb, l'Anses considère qu'elles ne sont pas conçues pour rendre potable une eau qui ne le serait pas (Anses 2016; NF EN 17093).

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

Les études de l'alimentation totale présentent un état des lieux des expositions chroniques par voie alimentaire aux contaminants chimiques de la population générale en France. Ces études constituent une source d'information essentielle par le nombre des substances recherchées et la diversité des aliments prélevés. Elles renforcent les connaissances nécessaires à l'élaboration des politiques publiques, notamment en santé environnementale, en sécurité sanitaire des aliments et en nutrition-santé.

Cet avis et le rapport d'expertise associé constituent, après le rapport méthodologique, le premier volet des résultats de la 3^{ème} étude de l'alimentation totale conduite en France hexagonale (EAT3) sur la population générale âgée de 3 à 79 ans. Les résultats s'appuient sur des teneurs en contaminants chimiques mesurées dans des aliments prélevés dans des circuits d'approvisionnement représentatifs des habitudes des consommateurs et préparés tels que consommés, et sur des données de consommation principalement issues de l'étude INCA3 (Anses, 2017). Ce premier volet actualise les résultats de l'EAT2 (2011) pour les substances suivantes : acrylamide, argent, aluminium, cadmium, mercure et plomb.

Pour la première fois dans les EAT en France, il a été tenu compte de la part d'aliments issus de l'agriculture biologique dans la consommation globale pour estimer les expositions alimentaires. Cependant, l'EAT3 n'a pas pour objectif de comparer les concentrations en contaminants chimiques pour chaque type d'aliment entre la filière biologique et la filière conventionnelle⁸. Une évaluation des risques sanitaires selon la part du mode de production (bio/conventionnel) dans la consommation pourrait faire l'objet d'une expertise dédiée ultérieure, lorsque l'ensemble des résultats de l'EAT3 sera disponible.

Au titre du suivi dans le temps, l'EAT3 montre une diminution moyenne de la concentration en acrylamide, aluminium, cadmium et plomb dans les aliments, bien que des augmentations sont observées dans certains groupes d'aliments. Malgré cette diminution, l'Anses formule, pour ces mêmes substances, des conclusions, en termes de risque ou de préoccupation sanitaire pour la population, analogues à celles émises lors de l'EAT2. L'Anses note également, pour les substances traitées dans cet avis, qu'à l'exception du cadmium pour les enfants, les pourcentages de la population dépassant les valeurs repères ont globalement baissé ou sont du même ordre de grandeur que ceux estimés lors de l'EAT2. De la même façon, les marges d'exposition pour l'acrylamide et le plomb sont plus élevées ou du même ordre de grandeur, traduisant des expositions moyennes plus basses ou équivalentes.

S'agissant du cadmium, l'Anses invite à consulter les résultats des travaux menés dans l'expertise « Priorisation des leviers d'action pour réduire l'imprégnation de la population française au cadmium, selon une approche d'exposition agrégée »⁹ (Anses, 2026).

S'agissant du mercure, des analyses plus poussées ont été menées (en distinguant la spéciation) afin de mieux caractériser l'exposition au méthylmercure et au mercure inorganique. Ceci a permis d'exclure le risque associé au mercure inorganique, alors qu'il n'avait pas été possible de conclure avec certitude lors de l'EAT2. Pour le méthylmercure, les niveaux de contamination et d'exposition sont, quant à eux, du même ordre de grandeur et le

⁸ Aussi, si une telle comparaison était effectuée sur la base des données recueillies, l'Anses souligne que les données recueillies ne permettent pas d'établir des conclusions statistiquement robustes

⁹ Autosaisine de l'Anses n°2023-AUTO-0150 « Priorisation des leviers d'action pour réduire l'imprégnation de la population française au cadmium selon une approche d'exposition agrégée »

risque sanitaire lié à son exposition persiste avec un pourcentage équivalent de la population dépassant la VTR (environ 7 % des enfants et 4 % des adultes). Les niveaux de consommation de poissons dans cette fraction de la population sont élevés, et se situent au-delà des recommandations nutritionnelles¹⁰.

L'Anses endosse les recommandations du CES « ERCA » et du CES « Eaux » relatives à l'évaluation des risques sanitaires liés à l'exposition alimentaire à l'acrylamide, à l'argent, à l'aluminium, au cadmium, au mercure inorganique, au méthylmercure et au plomb.

Les résultats pour les autres substances analysées dans l'EAT3 (plus de 250) feront l'objet d'avis et rapports d'expertise ultérieurs. Ainsi, l'ensemble des données permettra de renforcer la connaissance des co-expositions chimiques de la population à travers son régime alimentaire, et d'analyser la contribution des différents groupes d'aliments à ces co-expositions. Le cas échéant, l'Anses pourra être amenée à émettre des recommandations spécifiques en termes de consommation ou de réduction des contaminations, après prise en compte des enjeux en termes d'apports nutritionnels. Enfin, ces données pourront être intégrées dans des travaux interdisciplinaires visant à appréhender l'exposome et ses déterminants au sein des populations.

Gilles Salvat

¹⁰ Les consommations correspondantes sont de 326 g/sem chez les enfants et 604 g/sem chez les adultes, supérieures aux recommandations de l'Anses (Afssa 2010; Anses 2013a; 2016a)

MOTS-CLÉS

Alimentation, substance chimique, analyse d'aliment, exposition alimentaire, évaluation des risques sanitaires, alimentation biologique, acrylamide, éléments traces métalliques, argent, cadmium, mercure, plomb, aluminium.

Diet, food, chemical hazard, food analysis, dietary exposure, health risk assessment, organic food, acrylamide, trace elements, silver, cadmium, mercury, lead, aluminum.

CITATION SUGGÉRÉE

Anses. (2026). Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à « l'Étude de l'alimentation totale française 3 (EAT3) » : Acrylamide, aluminium, argent, cadmium, mercure et plomb. Saisine 2019-SA-0010. Maisons-Alfort : Anses, 25 p.

Étude de l'alimentation totale française 3 (EAT3)

Résultats – Tome 1

Acrylamide, aluminium, argent, cadmium, mercure et plomb

Saisine n°2019-SA-0010 « EAT3 »

RAPPORT d'expertise collective

**Comité d'experts spécialisé « Évaluation des risques physico-chimiques
dans les aliments » (CES ERCA)**

**Groupe de travail « EAT3 »
Groupe de travail « DATA-TOX »**

Octobre 2025

Citation suggérée

Anses. (2025). Etude de l'alimentation totale française 3 (EAT3) – Résultats - Tome 1 – Acrylamide, aluminium, argent, cadmium, mercure et plomb. (saisine 2019-SA-0010). Maisons-Alfort : Anses, 116 p.

Mots clés

Alimentation, substance chimique, analyse d'aliment, exposition alimentaire, évaluation des risques sanitaires, alimentation biologique, acrylamide, éléments traces métalliques, argent, cadmium, mercure, plomb, aluminium.

Diet, food, chemical hazard, food analysis, dietary exposure, health risk assessment, organic food, acrylamide, trace elements, silver, cadmium, mercury, lead, aluminum.

Présentation des intervenants

PRÉAMBULE : Les experts membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, *intuitu personae*, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

GROUPE DE TRAVAIL « EAT3 »

Président

M. Eric MARCHIONI – Professeur des universités - Université de Strasbourg, Faculté de Pharmacie – Chimie analytique

Membres

M. Claude ATGIE – Professeur des universités (ENSMAC Bordeaux INP) – Toxicologie

M. Pierre-Marie BADOT – Professeur des universités (Université Marie et Louis Pasteur – CNRS) – Transfert de contaminants et écotoxicologie

M. Erwan ENGEL – Directeur de recherche (Inrae, UR370 QuaPA, Centre Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes) – Chimie analytique

M. Gauthier EPPE – Professeur (Université de Liège) – Chimie analytique

Mme Anne-Sophie FICHEUX – Maître de conférences (Université de Bretagne Occidentale) – Toxicologie alimentaire

M. Thierry GUERIN – Directeur de recherche (Anses) – Chimie analytique

Mme Emmanuelle KESSE-GUYOT (depuis 2023) – DR (Inrae, UMR Inserm U1153 / INRAEU1125 / Cnam / Université Sorbonne Paris Nord / Université Paris Cité) – Epidémiologie, nutrition et pathologies, nutrition et santé publique, durabilité alimentaire

Mme Florence LACOSTE – Ingénieur chimiste (retraîtée de l'ITERG) – Chimie analytique

Mme Marine LAMBERT – Chargée de projets (LSAI, Anses) – Chimie analytique

M. David MAKOWSKI – Directeur de recherche (Inrae) – Modélisation, appréciation des risques

M. Christophe ROSIN – Responsable unité chimie des eaux (LHN, Anses) – Chimie de l'eau, développement et validation de méthodes d'analyse, analyses chimiques des eaux, éléments minéraux, micropolluants minéraux et organiques, prélèvements d'eau

M. Philippe SAILLARD – Packaging safety and quality manager (CTCPA) – Chimie des matériaux au contact des aliments, réglementations associées (EU, Fr)

Mme Marie-Pierre SAUVANT-ROCHAT – Professeur (Université Clermont-Auvergne) – Santé environnementale, EDCH, eaux minérales naturelles, eaux embouteillées, évaluation du risque sanitaire

M. Yann SIVRY – Maître de conférences des universités (Institut de Physique du Globe de Paris et Université Paris Cité) – Chimie analytique

GROUPE DE TRAVAIL « DATA-TOX »

Président

Mme Isabelle OSWALD – Directrice de l'UMR 1331 Toxalim (Inrae) – Toxicologie et mycotoxines

Membres

M. Claude ATGIE – Professeur des universités (ENSMAC Bordeaux INP) – Toxicologie

M. Pierre-Marie BADOT – Professeur des universités (Université Marie et Louis Pasteur – CNRS) – Transfert de contaminants et écotoxicologie

Mme Valérie CAMEL – Professeur (AgroParisTech) – Chimie analytique

Mme Nolwenn HYMERY – Maître de conférences (Université de Bretagne Occidentale) – Toxicologie

M. Olivier LAPREVOTE (à partir de juin 2024) – Professeur des universités, praticien hospitalier (Université Paris Cité Hôpital Européen Georges Pompidou – AP-HP) – Contaminants et autres xénobiotiques, toxicologie générale et mécanismes de toxicité

M. David MAKOWSKI – Directeur de recherche (Inrae) – Statistiques, modélisation

Mme Francesca MANCINI – Chargée de recherche (Inserm) – Epidémiologie

Mme Mathilde MUNIER – Chercheur hospitalier (Inserm, CHU d'Angers) – Perturbateurs endocriniens, toxicité des mélanges et relation dose-réponse

RAPPORTEURS

Mme Christine DEMEILLIERS – Professeure des Universités (Université Grenoble-Alpes) – Toxicologie et santé environnementale

M. Eric HOUDEAU – Directeur de recherche (Inrae) – Toxicologie alimentaire, physiopathologie digestive et endocrinologie

M. LEBLANC Jean-Charles – Chef d'unité (Laboratoire de sécurité des aliments, Anses) – Évaluation des risques chimiques, évaluation des expositions alimentaires et contaminants environnementaux

Mme Francesca MANCINI – Professeur des universités (Inserm) – Epidémiologie

M. Christophe ROSIN – Responsable unité chimie des eaux (LHN, Anses) – Chimie de l'eau, développement et validation de méthodes d'analyse, analyses chimiques des eaux, éléments minéraux, micropolluants minéraux et organiques, prélèvements d'eau

Mme Marie-Pierre SAUVANT-ROCHAT – Professeur (Université Clermont-Auvergne / Faculté de Pharmacie, Clermont-Ferrand) – Santé publique et environnement, épidémiologie, évaluation de risques sanitaires

Mme Marie-Louise SCIPPO – Professeur ordinaire (Université de Liège) – Contaminants, résidus, risques chimiques, sécurité sanitaire, qualité nutritionnelle

Mme Paule VASSEUR – Professeur émérite – Université de Lorraine, CNRS – Toxicologie

COMITÉS D'EXPERTS SPÉCIALISÉS

Les travaux, objets du présent rapport ont été suivis et adoptés par le CES suivant :

■ CES ERCA – 2022-2026

Président

M. Bruno LE BIZEC – Professeur des universités (Oniris, École Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes-Atlantique) – Évaluation du risque

Membres

M. Claude ATGIE – Professeur des universités (ENSMAC Bordeaux INP) – Toxicologie

M. Pierre-Marie BADOT – Professeur des universités (Université Marie et Louis Pasteur – CNRS) – Transfert de contaminants et écotoxicologie

Mme Rachida CHEKRI – Responsable du Laboratoire National de Référence Français (ETM) (Laboratoire de sécurité des aliments, Anses) – Chimie analytique, contaminants inorganiques et réglementation

Mme Marie-Yasmine DECHRAOUI BOTTEIN – Chercheuse (Agence Internationale de l'Energie Atomique) – Toxicologie environnementale et biotoxines marines

M. Nicolas DELCOURT – Maître de conférences des universités, pharmacien hospitalier (Faculté de Pharmacie (Université Toulouse3) et CHU Toulouse (Centre Antipoison et de Toxicovigilance)) – Biochimie et toxicologie clinique

Mme Christine DEMEILLIERS – Professeure des Universités (Université Grenoble-Alpes) – Toxicologie et santé environnementale

Mme Virginie DESVIGNES – Responsable de la Division Qualité des Environnements Intérieurs (Centre scientifique et technique du bâtiment) – Analyse statistique, évaluation de l'exposition et évaluation des risques sanitaires

M. Erwan ENGEL – Directeur de recherche (Inrae, UR370 QuaPA, Centre Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes) – Chimie analytique

M. Gauthier EPPE – Professeur (Université de Liège) – Chimie analytique, contaminants chimiques et composés néoformés

Mme Anne-Sophie FICHEUX – Maître de conférences (Université de Bretagne Occidentale) – Toxicologie alimentaire

M. Eric HOUDEAU – Directeur de recherche (Inrae) – Toxicologie alimentaire, physiopathologie digestive et endocrinologie

M. Jean-Philippe JAEG – Maître de conférences (Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse) – Toxicologie, transfert des contaminants et alimentation animale

Mme Emilie LANCE – Maître de conférences des universités (Université Reims Champagne Ardennes) – Ecotoxicologie et cyanotoxines

M. Olivier LAPREVOTE – Professeur des universités, praticien hospitalier (Université Paris Cité Hôpital Européen Georges Pompidou – AP-HP) – Contaminants et autres xénobiotiques, toxicologie générale et mécanismes de toxicité

M. Michel LAURENTIE – Directeur de recherche (Anses) – Pharmacocinétique, modélisation mathématique

M. Ludovic LE HEGARAT – Responsable de laboratoire (Laboratoire de Fougères, Anses) – Toxicologie

M. Jean-Charles LEBLANC – Chef d'unité (Laboratoire de sécurité des aliments, Anses) – Évaluation des risques chimiques, évaluation des expositions alimentaires et contaminants environnementaux

M. Nicolas LOISEAU – Chargé de recherche (Inrae) – Toxicologie

M. David MAKOWSKI – Directeur de recherche (Inrae) – Statistiques, modélisation

Mme Francesca MANCINI – Chargée de recherche (Inserm) – Epidémiologie

M. Eric MARCHIONI – Professeur des universités (Université de Strasbourg, Faculté de Pharmacie) – Chimie analytique

M. Jean-François MASFARAUD – Maître de conférences des universités (Université de Lorraine) – Transfert de contaminants et écotoxicologie

Mme Mathilde MUNIER – Chercheur hospitalier (Inserm, CHU d'Angers) – Perturbateurs endocriniens, toxicité des mélanges et relation dose-réponse

Mme Isabelle OSWALD – Directrice de l'UMR 1331 Toxalim (Inrae) – Toxicologie et mycotoxines

Mme Anne PLATEL – Maître de conférences des universités (Institut Pasteur de Lille) – Toxicologie, toxicologie génétique et toxicologie réglementaire

Mme Marie-Louise SCIPPO – Professeur ordinaire (Université de Liège) – Contaminants, résidus, risques chimiques, sécurité sanitaire, qualité nutritionnelle

M. Yann SIVRY – Maître de conférences des universités (Institut de Physique du Globe de Paris et Université Paris Cité) – Chimie analytique

Mme Paule VASSEUR – Professeur émérite – Université de Lorraine, CNRS – Toxicologie

Une partie des travaux du présent rapport a également été suivie par le CES suivant :

■ CES « Eaux » – 2024-2028

Président

M. Gilles BORNERT – Chef de service (Groupe vétérinaire des armées de Rennes) – Microbiologie, réglementation, situations dégradées, *water defense*.

Vice-présidentes

Mme Catherine QUIBLIER – Professeur (Université Paris cité – Museum National d'Histoire Naturelle) – Écologie et toxicité des cyanobactéries planctoniques et benthiques, surveillance

Mme Anne TOGOLA – Cheffe de projet de recherche (Bureau de recherche géologiques et minières, BRGM) – Micropolluants organiques, chimie analytique, eaux souterraines

Membres

M. Jean-Luc BOUDENNE – Professeur (Université Aix-Marseille – Laboratoire Chimie de l'environnement) – Métrologie des eaux, chimie et qualité des eaux

M. Nicolas CIMETIERE – Maître de conférences HDR (École nationale supérieure de chimie de Rennes, ENSCR) – Analyse et traitement des eaux (EDCH, micropolluants organiques)

M. Jean-François COMMAILLE – Retraité – Traitement des eaux et des sous-produits

M. Christophe DAGOT – Enseignant Chercheur – Directeur de département (Université de Limoges, ENSIL) – Traitement eaux usées, Antibiorésistances, Assainissement, REUSE économie circulaire

Mme Sabine DENOOZ – Expert process et qualité de l'eau (La société wallonne des eaux) – Produits et procédés de traitement de l'eau (EDCH), plans de gestion de la sécurité sanitaire des eaux (PGSSE), expertise technique.

M. Frédéric FEDER – Directeur de l'unité « Recyclage et risque » (CIRAD) – Géochimie, transfert des contaminants eau/sol/plante, évaluation des risques environnementaux, analyses des eaux, sols et végétaux, REUSE, REUT

M. Matthieu FOURNIER – Maître de conférences HDR en Géosciences (Université Rouen Normandie) – Hydrogéologie, hydrologie, EDCH, transfert et devenir des microorganismes dans l'environnement, modélisation, risques sanitaires

M. Stéphane GARNAUD-CORBEL – Chargé de mission recherche « Eau, biodiversité et aménagement urbain » (Office français de la biodiversité) – Assainissement, gestion intégrée des eaux pluviales, traitement des boues, utilisation d'eaux non conventionnelles

M. Johnny GASPERI – Directeur de recherche (Université Gustave Eiffel) – Micropolluants organiques, eaux urbaines, eaux de surface, traitements des eaux usées

M. Jean-Yves GAUBERT – Responsable R&D (Eau du bassin rennais et Rennes Métropole assainissement) – Constituants et contamination des eaux et des rejets, génie des procédés, produits et procédés de traitement, réactions secondaires et sous-produits de désinfection, réseau de distribution, exploitation de services d'eaux

M. Julio GONÇALVÈS – Professeur (Centre européen de recherche et d'enseignement en géosciences de l'environnement, Université Aix Marseille) – Hydrogéologie, ressources en eaux, transfert de contaminants dans les nappes, modélisation, recharge

M. Jean-Louis GONZALEZ – Chercheur habilité à diriger des recherches (IFREMER) – Milieu marin, contaminants chimiques, spéciation, modélisation, échantillonnages passifs

M. Jean-François HUMBERT – Directeur de recherche HDR (UMR BIOENCO, INRAE, Paris) – Microbiologie de l'eau dont cyanobactéries, écologie microbienne

M. Frédéric JORAND – Professeur (Université de Lorraine-Faculté de pharmacie) – Eaux destinées à la consommation humaine, biofilm, biocorrosion, eau minérales naturelles, thermalisme

M. Jérôme LABANOWSKI – Chargé de recherche CNRS (Université de Poitiers - UMR CNRS 7285 IC2MP – École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Poitiers) – Qualité des effluents, biofilm en rivière, sédiments, devenir des contaminants effluents-rivière

M. Jérôme LABILLE – Directeur de recherche CNRS (Université Aix-Marseille) – Devenir des contaminants dans les cycles de l'eau, exposition environnementale, vectorisation colloïdale, continuum homme terre mer, transfert en milieu, REUT, traitement de l'eau

Mme Sophie LARDY-FONTAN – Directrice du laboratoire d'hydrologie de Nancy (Anses) – Métrologie, chimie analytique, micropolluants, ultratracés, assurance qualité/contrôle qualité (QA/QC)

M. Rodolphe LEMEE – Professeur HDR (Sorbonne Université), Directeur du Laboratoire d'Océanographie de Villefranche (LOV, UMR 7093 CNRS-Sorbonne Université) – Écologie marine, écologie chimique marine, écotoxicité, microalgues nuisibles (HAB), phycotoxines, optimisation des stratégies d'échantillonnage et de dénombrement des microorganismes

Mme Françoise LUCAS – Enseignant-chercheur (Université Paris-Est Créteil Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbaines) – Virologie, écologie microbienne, indicateurs de contamination fécale, bactériophages, mycobactéries, virus entériques, eaux usées et pluviales

Mme Julie MENDRET – Maître de conférences HDR (Université de Montpellier, Institut Européen des Membranes) – Procédés membranaires, procédés d'oxydation avancée, couplage de procédés, élimination de micropolluants dans l'eau, réutilisation des eaux usées traitées

M. Laurent MOULIN – Responsable du département recherche et développement, HDR (Eau de Paris) – Microbiologie, virologie, traitements de désinfection, amibes

M. Damien MOULY – Épidémiologiste, responsable d'unité, en charge de surveillance des épidémies d'origine hydrique (Santé Publique France) – Risques infectieux, risques chimiques, PGSSE, épidémiologie, évaluation des risques sanitaires, surveillance, alerte

Mme Fabienne PETIT – Professeur émérite (Université de Rouen / UMR CNRS M2C) – Écologie microbienne

Mme Pauline ROUSSEAU-GUEUTIN – Enseignante chercheuse en hydrogéologie (EHESP) – Hydrogéologie, hydrologie, transferts des contaminants, périmètres de protection de captage, PGSSE

Mme Marie-Pierre SAUVANT-ROCHAT – Professeur (Université Clermont-Auvergne / Faculté de Pharmacie, Clermont-Ferrand) – Santé publique et environnement, épidémiologie, évaluation de risques sanitaires

Mme Mylène TROTTIER – Médecin-conseil (Institut national de santé publique du Québec) – Prévention des risques professionnels liés aux nuisances en milieu de travail, épidémiologie, biostatistiques

M. Sébastien WURTZER - Responsable du service de biologie moléculaire et pathogènes émergents (Eau de Paris) – Virologie clinique et environnementale, biologie moléculaire, traitement de l'eau, évaluation du risque sanitaire, gestion du risque microbiologique

PARTICIPATION ANSES

Coordination scientifique

Mme Véronique SIROT – Chef de projets – Unité méthodologie et études

Mme Morgane CHAMPION – Chargée de projets techniques et scientifiques – Unité méthodologie et études

Contribution scientifique

Mme Nathalie ARNICH – Adjointe au chef de l'Unité d'évaluation des risques liés aux aliments

Mme Morgane BACHELOT – Coordinatrice d'expertises scientifiques et technique – Unité d'évaluation des risques liés à l'eau

Mme Nawel BEMRAH – Chef de projet scientifique – Unité d'évaluation des risques liés aux aliments

Mme Géraldine CARNE – Chef de projet scientifique – Unité d'évaluation des risques liés aux aliments

M. Walid EL SERRY – Coordinateur d'expertise – Unité d'évaluation des risques liés aux aliments

M. Hugo LUCZYNSKI – Coordinateur d'expertise scientifique dans le domaine de l'eau – Unité d'évaluation des risques liés à l'eau

Mme Eléonore NEY – Cheffe de l'Unité d'évaluation des risques liés à l'eau

Analyse des éléments traces métalliques

Mme Axelle LEUFROY – Chargée de projets – Laboratoire de sécurité des aliments

Mme Nathalie ZEPHYR – Chargée de projets – Laboratoire de sécurité des aliments

Mme Nathalie MARCHOND – Chargée de projets – Laboratoire de sécurité des aliments

M. Djaber GHAFfour – Doctorant – Laboratoire de sécurité des aliments

Secrétariat administratif

M. Régis MOLINET – Service Appui à l'expertise

CONTRIBUTIONS EXTÉRIEURES AUX COLLECTIFS

Analyse de l'acrylamide dans les échantillons de l'EAT3 : Service Commun des Laboratoires, Laboratoire de Paris (SCL-75), Massy

SOMMAIRE

Présentation des intervenants	3
Sigles et abréviations.....	12
Liste des tableaux	14
Liste des figures.....	16
1 Contexte, objet et modalités de réalisation de l'expertise.....	17
1.1 Contexte	17
1.2 Objet de la saisine	18
1.3 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation.....	18
1.4 Prévention des risques de conflits d'intérêts	19
2 Données de consommation	20
3 Données de concentration dans les aliments et les eaux embouteillées	22
3.1 Rappels sur l'échantillonnage	22
3.2 Choix des aliments à analyser	23
3.2.1 Acrylamide.....	23
3.2.2 Éléments traces métalliques	24
3.3 Analyse des échantillons	24
3.3.1 Acrylamide.....	24
3.3.2 Éléments traces métalliques	26
3.4 Traitement des données de concentrations pour le calcul des expositions	27
3.4.1 Traitement des données censurées	27
3.4.2 Gestion des doubles analytiques	28
3.4.3 Traitement spécifique pour le mercure.....	28
4 Données de concentration dans l'eau du robinet	29
4.1 Caractéristiques des extractions SISE-Eaux.....	29
4.2 Modalités de traitement des données dans les EDCH	31
4.2.1 Validation des données SISE-Eaux	31
4.2.2 Traitement des données de concentration pour le calcul des expositions	31
4.2.3 Cas des aliments constitués avec de l'eau du robinet.....	34
5 Exploitation des résultats	35
5.1 Exploitation des données de concentration.....	35
5.1.1 Interprétation au regard de la réglementation	35
5.1.2 Estimation des évolutions entre EAT2 et EAT3.....	35
5.1.3 Concentrations selon le type d'agriculture	36
5.2 Calcul des expositions	37
5.3 Calcul de la contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne	38

5.4	Comparaison des expositions avec les valeurs de référence	39
5.5	Évolution des niveaux d'exposition entre EAT2 et EAT3	39
6	Présentation des résultats	41
6.1	Caractérisation du danger	41
6.2	Description des concentrations dans les aliments et les eaux embouteillées	41
6.3	Évaluation des expositions	42
6.4	Contributeurs à l'exposition	42
6.5	Caractérisation du risque	42
7	Résultats	44
7.1	Acrylamide	44
7.2	Aluminium	50
7.3	Argent	56
7.4	Cadmium	59
7.5	Mercure	66
7.5.1	Mercure inorganique	66
7.5.2	Méthylmercure	70
7.6	Plomb	76
8	Analyse des incertitudes	84
9	Conclusions	92
10	Bibliographie	95
Annexe 1 : Informations complémentaires sur les différentes substances		104
Annexe 2 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne des individus dont l'exposition dépasse la VTR		110
Annexe 3 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne à l'argent et au mercure inorganique		113

Sigles et abréviations

AEP	: Adduction d'eau potable
Anses	: Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARS	: Agence régionale de santé
ATSDR	: Agency for toxic substances and disease registry
BMDL	: <i>Benchmark dose lower bound</i>
BNN	: BioNutriNet
CES	: Comité d'experts spécialisé
CIRC	: Centre international de Recherche sur le Cancer
CLP	: Classification, labelling, packaging
Cofrac	: Comité français d'accréditation
CQI	: Contrôle qualité interne
DEDuCT	: Database of endocrine disrupting chemicals and their toxicity profile
DER	: Direction de l'évaluation des risques
DGAI	: Direction générale de l'alimentation
DHA	: Acide docosahexaénoïque
DHT	: Dose hebdomadaire tolérable
DJT	: Dose journalière tolérable
DMTP	: Dose mensuelle tolérable provisoire
EAT	: Etude de l'alimentation totale
EATi	: Etude de l'alimentation totale infantile
ECHA	: Agence européenne des produits chimiques
EDCH	: Eaux destinées à la consommation humaine
ED Lists	: <i>Endocrine disruptor lists</i>
EFSA	: Autorité européenne de sécurité des aliments (<i>European food safety authority</i>)
EIL	: Essais interlaboratoires
EPA	: Acide eïcosapentaénoïque
ERCA	: Évaluation des risques physico-chimiques dans les aliments
ERS	: Évaluation des risques sanitaires
ETM	: Éléments traces métalliques
FAO	: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FIA	: Facteur d'incertitude lié à la variabilité inter-espèces
FIH	: Facteur d'incertitude lié à la variabilité interindividuelle
FIL/B	: Facteur d'incertitude lié au type de point de départ
FIS	: Facteur d'incertitude lié à une transposition d'une exposition moyen terme à une exposition long terme
GT	: Groupe de travail
HAP	: Hydrocarbure aromatique polycyclique
HED	: <i>Human equivalent dose</i>
HPLC	: Chromatographie liquide haute performance
ICP-MS	: Spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif
INCA	: Individuelle nationale des consommations alimentaires
JECFA	: Comité mixte d'experts FAO/OMS sur les additifs alimentaires
LB	: <i>Lowerbound (hypothèse basse de traitement de la censure)</i>
LD	: Limite de détection

LHN	: Laboratoire d'hydrologie de Nancy
LNR	: Laboratoire national de référence
LOAEL	: <i>Lowest observed adverse effect level</i>
LQ	: Limite de quantification
LRUE	: Laboratoire référence de l'Union Européenne
LSAI	: Laboratoire de sécurité des aliments
MADL	: <i>Maximum allowable daily level</i>
MB	: <i>Middlebound (hypothèse moyenne de traitement de la censure)</i>
MOE	: Marge d'exposition (<i>margin of exposure</i>)
MCDE	: Matériaux au contact de l'eau
MRC	: Matériau de référence certifié
MRL	: <i>Minimum Risk Level</i>
NAEL	: <i>No Adverse Effect Level</i>
ND	: Non détecté
NOAEL	: <i>No-observed adverse effect level</i>
NQ	: Non quantifié
OMS	: Organisation mondiale de la santé
PBTK	: <i>Physiologically based toxicokinetic</i>
PE	: Perturbation endocrinienne ou Perturbateur endocrinien
PET	: Polyéthylène téréphtalate
PoD	: Point de départ (<i>point of departure</i>)
QI	: Quotient intellectuel
SCL	: Service commun des laboratoires
SISE-Eaux	: Système d'information en santé-environnement sur les eaux
TM	: Teneur maximale
UDI	: Unité de distribution
UERALIM	: Unité d'évaluation des risques liés aux aliments
UOA	: Unité observatoire des aliments
UB	: <i>Upperbound (hypothèse haute de traitement de la censure)</i>
UME	: Unité méthodologie et études
VR	: Valeur repère
VSR	: Valeurs sanitaires de référence
VTR	: Valeur toxicologique de référence

Liste des tableaux

Tableau 1 : Limites analytiques (µg/kg de poids frais) de la méthode d'analyse de l'acrylamide	25
Tableau 2 : Limites analytiques (µg/kg de poids frais) des méthodes d'analyse des ETM (minimum – maximum)	27
Tableau 3 : Traitement des données de concentration (x) selon le type de résultat	28
Tableau 4 : Caractéristiques de l'extraction de SISE-Eaux demandée pour les EDCH	30
Tableau 5 : Valeurs seuil retenues pour la validation des données extraites de la base SISE-Eaux	31
Tableau 6 : Distribution des concentrations (µg/L) dans les EDCH au niveau national (SISE-Eaux ou LHN, ensemble des données) et pour celles attribuées aux individus INCA3 (EAT3)	33
Tableau 7 : Valeurs repères sélectionnées pour l'acrylamide	45
Tableau 8 : Estimation de la concentration en acrylamide dans les aliments (µg/kg poids frais)	46
Tableau 9 : Synthèse des résultats d'exposition à l'acrylamide et marges d'exposition (estimations et intervalle de confiance à 95%)	47
Tableau 10 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne à l'acrylamide (% min – % max)	48
Tableau 11 : Valeur repère sélectionnée pour l'aluminium	51
Tableau 12 : Estimation de la concentration en aluminium dans les aliments (mg/kg poids frais)	52
Tableau 13 : Synthèse des résultats d'exposition à l'aluminium et pourcentage de dépassement de la VTR (estimation et intervalle de confiance à 95 %)	53
Tableau 14 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne à l'aluminium (% min – % max)	54
Tableau 15 : Estimation de la concentration en argent dans les aliments (µg/kg poids frais)	57
Tableau 16 : Synthèse des résultats d'exposition à l'argent (estimation et intervalle de confiance à 95 %)	58
Tableau 17 : Valeur repère sélectionnée pour le cadmium	60
Tableau 18 : Estimation de la concentration en cadmium dans les aliments (µg/kg poids frais)	62
Tableau 19 : Synthèse des résultats d'exposition au cadmium et pourcentage de dépassement de la DJT (estimation et intervalle de confiance à 95 %)	63
Tableau 20 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne au cadmium (% min – % max)	64
Tableau 21 : Valeur repère sélectionnée pour le mercure inorganique	67
Tableau 22 : Estimation de la concentration en mercure total ou inorganique* dans les aliments (µg/kg poids frais)	69
Tableau 23 : Synthèse des résultats d'exposition au mercure inorganique et pourcentage de dépassement de la DHT (estimation et intervalle de confiance à 95 %)	70

Tableau 24 : Valeur de référence sélectionnée pour le méthylmercure	71
Tableau 25 : Estimation de la concentration en méthylmercure dans les aliments (µg/kg poids frais).....	72
Tableau 26 : Synthèse des résultats d'exposition au méthylmercure (estimation et intervalle de confiance à 95 %)......	73
Tableau 27 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne au méthylmercure (% min – % max).....	74
Tableau 28 : Contribution spécifique des poissons à l'exposition moyenne au méthylmercure (% min – % max).....	74
Tableau 29 : Valeurs repères sélectionnées pour le plomb	78
Tableau 30 : Estimation de la concentration en plomb dans les aliments (µg/kg poids frais).....	79
Tableau 31 : Synthèse des résultats d'exposition au plomb et marges d'exposition (estimations et intervalle de confiance à 95%).....	80
Tableau 32 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne au plomb (% min – % max).....	81
Tableau 33 : Résumé de l'analyse de l'impact des sources d'incertitude sur la caractérisation du risque liée à l'exposition alimentaire à l'acrylamide, argent ¹ , aluminium, cadmium, méthylmercure, mercure inorganique et plomb.....	89
Tableau 34 : Autres valeurs repères identifiées et non retenues pour l'acrylamide.....	104
Tableau 35 : Autres valeurs repères identifiées et non retenues pour l'aluminium.....	105
Tableau 36 : Valeurs repères identifiées et non retenues pour l'argent	106
Tableau 37 : Autres valeurs repères identifiées et non retenues pour le cadmium	107
Tableau 38 : Autres valeurs repères identifiées et non retenues pour le méthylmercure	108
Tableau 39 : Autres valeurs repères identifiées et non retenues pour le plomb	109
Tableau 40 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne à l'aluminium chez les individus dont l'exposition dépasse la VTR (%min-%max)	110
Tableau 41 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne au cadmium chez les individus dont l'exposition dépasse la DJT (% min – % max).....	111
Tableau 42 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne au méthylmercure chez les individus dont l'exposition dépasse la VTR (% min – % max).....	112
Tableau 43 : Contribution spécifique des poissons à l'exposition moyenne au méthylmercure chez les individus dont l'exposition dépasse la VTR (% min – % max).....	112
Tableau 44 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne à l'argent (% min – % max).....	114
Tableau 45 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne au mercure inorganique (% min – % max).....	115

Liste des figures

Figure 1 : Constitution des échantillons selon le type d'agriculture et la saison	22
Figure 2 : Arbre de décision pour l'attribution des données SISE-Eaux à chaque individu / d'INCA3.....	32
Figure 3 : Estimation des bornes basse et haute de l'intervalle de confiance à 95% de la moyenne d'exposition de l'EAT3	39

1 Contexte, objet et modalités de réalisation de l'expertise

1.1 Contexte

Les Etudes de l'Alimentation Totale (EAT) sont des études nationales dont l'objectif est de mesurer les niveaux de contamination des aliments par des substances chimiques et d'évaluer les risques sanitaires liés à l'exposition chronique de la population à ces substances chimiques. Recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA), les EAT constituent l'une des approches les plus efficaces pour l'évaluation des risques alimentaires (JMPR 1968; EFSA, FAO, et WHO 2011). Une EAT repose sur trois étapes majeures que sont (i) la collecte d'échantillons alimentaires dans différents points de vente, tels que les supermarchés ou les marchés, représentatifs des habitudes alimentaires de la population et couvrant une large gamme d'aliments ; (ii) la préparation des échantillons collectés, de manière à être représentatif de la manière dont les consommateurs les préparent avant de les consommer, en incluant la découpe, la cuisson, *etc.* ; (iii) l'analyse des échantillons en laboratoire pour identifier et quantifier les substances chimiques présentes dans les aliments. Les résultats de ces analyses sont ensuite combinés à des données de consommation alimentaire pour estimer l'exposition de la population et les risques sanitaires potentiels.

Faisant suite à deux premières EAT ciblant la population générale en France (Anses 2011a; 2011b; INRA 2004) et une EAT spécifique aux enfants de moins de 3 ans (EATi) (Anses 2016c), l'Anses a engagé la troisième EAT (EAT3) sur la population générale de 3 à 79 ans, afin de poursuivre la surveillance de la sécurité sanitaire de l'alimentation en France hexagonale. Dans cette étude, du fait de la part prise par l'agriculture biologique dans l'alimentation en France, la consommation d'aliments issus de l'agriculture biologique a été considérée dans l'échantillonnage.

Un premier rapport méthodologique publié en 2025 présente en détail (Anses 2024b) :

- la méthode de l'échantillonnage de l'EAT3 :
 - la sélection des aliments à échantillonner,
 - la construction du plan d'échantillonnage,
 - la réalisation du plan d'échantillonnage de mai 2021 à août 2022 (collecte des produits, préparation des aliments « tels que consommés », préparation des échantillons composites à analyser et envoi aux laboratoires d'analyse),
- la méthode générale d'estimation des expositions alimentaires de la population avec le recours à différentes sources d'information pour estimer la part de bio dans l'alimentation des consommateurs,
- le principe général de choix des valeurs de référence et de la caractérisation du risque.

L'EAT3 cible plus de 250 substances, dont les résultats sont publiés de façon successive. Le présent rapport expose les résultats de l'EAT3 pour l'acrylamide et les cinq éléments traces métalliques (ETM) suivants : l'argent, le cadmium, le plomb, l'aluminium et le mercure. Ces résultats sont présentés sous forme de fiche, chacune correspondant à une substance ou un regroupement de substances, selon qu'une ou plusieurs substances sont comprises dans la ou les valeur(s) de référence retenue(s).

1.2 Objet de la saisine

Les points traités dans l'expertise ont été :

- actualiser les données de concentration de certaines substances chimiques dans l'alimentation déjà analysées dans les précédentes EAT, et acquérir des données sur de nouvelles substances et sur les niveaux de contamination des aliments issus de l'agriculture biologique ;
- estimer les expositions alimentaires chroniques de la population en France métropolitaine à un grand nombre de substances, après combinaison avec les données de consommations alimentaires de l'étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires (INCA3) ;
- réaliser les évaluations des risques sanitaires associés en comparant ces expositions aux valeurs sanitaires de référence ;
- émettre des recommandations à destination des pouvoirs publics, des filières ou des consommateurs en vue de réduire les contaminations et/ou les expositions aux substances potentiellement associées à un risque sanitaire, et/ou des recommandations de recherche (toxicologique, analytique, etc.).

1.3 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation

L'expertise a été conduite par l'Unité Méthodologie et Etudes (UME) au sein de la Direction de l'Evaluation des Risques (DER) de l'Anses.

L'UME était en particulier en charge de :

- définir le protocole de l'étude et le plan d'échantillonnage alimentaire à partir des données de consommation alimentaire les plus récentes, en collaboration avec le groupe de travail EAT3 (GT EAT3) ;
- sélectionner par appel d'offres un prestataire extérieur pour la collecte des aliments et la préparation des échantillons, et assurer le suivi de la qualité de l'échantillonnage réalisé ;
- sélectionner par appel d'offres des prestataires extérieurs pour l'analyse des échantillons pour les différentes familles de substances ciblées, en respectant les besoins pour l'évaluation des risques sanitaires, en collaboration avec le GT EAT3 ;
- valider et analyser les résultats d'analyse, en collaboration avec le GT EAT3 ;
- estimer les expositions alimentaires chroniques de la population en tenant compte de la part de l'agriculture biologique dans la consommation, et réaliser les évaluations des risques sanitaires associées.

L'Anses s'est appuyée sur le GT EAT3, rattaché au comité d'experts spécialisé « Évaluation des risques physico-chimiques dans les aliments » (CES ERCA) pour l'instruction de cette saisine. Les missions du groupe de travail étaient de contribuer à la définition de la stratégie d'échantillonnage et à la construction du plan d'échantillonnage, à la rédaction des cahiers des charges pour l'analyse des échantillons, à l'évaluation des protocoles et résultats d'analyse, et à l'élaboration de la méthode d'évaluation des expositions.

La méthode de sélection des valeurs toxicologiques de référence (VTR) ou autres valeurs repères pour la caractérisation du risque a été élaborée par l'Unité d'Evaluation des Risques liés aux Aliments (JERALIM), avec l'appui du groupe de travail « DATA-TOX » rattaché au CES ERCA (Anses 2024b).

Les travaux d'expertise ont été soumis régulièrement au CES ERCA, ainsi qu'au CES Eaux pour les résultats relatifs au plomb (tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques). Les travaux ont été validés par le CES ERCA les 16 janvier 2025, 26 mars 2025, 22 avril 2025, 5 juin 2025, 25 juin 2025, 11 juillet 2025 et 14 octobre 2025. Le rapport produit tient compte des observations et éléments complémentaires transmis par les membres des CES.

Ces travaux sont ainsi issus d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires.

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – prescriptions générales de compétence pour une expertise ».

1.4 Prévention des risques de conflits d'intérêts

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet <https://dpi.sante.gouv.fr/>. Un lien d'intérêt a été identifié pour un expert. Cet expert n'a pas participé à l'expertise du chapitre concerné dans ce rapport.

2 Données de consommation

Les données de consommation proviennent de la 3^{ème} étude INCA3 menée par l'Anses. Il s'agit d'une enquête transversale visant à estimer les consommations alimentaires et les comportements en matière d'alimentation (Anses 2017a; Dubuisson et al. 2019). L'étude a été menée entre février 2014 et septembre 2015 auprès d'un échantillon représentatif d'individus vivant en France métropolitaine (hors Corse). Au total, 5855 individus répartis en 2698 enfants de la naissance à 17 ans et 3157 adultes âgés de 18 à 79 ans ont participé à l'étude.

Les individus ont été sélectionnés selon un plan de sondage aléatoire à trois degrés (unités géographiques, logements puis individus), à partir du recensement annuel de la population de 2011, en respectant une stratification géographique (région, taille d'agglomération) afin d'assurer la représentativité sur l'ensemble du territoire métropolitain. Deux échantillons indépendants ont été constitués : un échantillon « Enfants » et un échantillon « Adultes ».

Les données recueillies dans l'étude portent sur diverses thématiques en lien avec l'évaluation des risques nutritionnels ou sanitaires liés à l'alimentation : consommations d'aliments, de boissons et de compléments alimentaires, habitudes alimentaires (occasions et lieux de consommation, autoconsommation, mode de production des aliments, *etc.*), pratiques potentiellement à risque au niveau sanitaire (préparation, conservation, consommation de denrées animales crues, *etc.*), connaissances et comportements en matière d'alimentation. Des données sur les pratiques d'activité physique et de niveau de sédentarité ainsi que sur les caractéristiques socio-démographiques, anthropométriques et de niveau de vie ont également été recueillies.

Afin d'assurer la représentativité nationale des résultats présentés, les individus participants ont fait l'objet d'un redressement¹. Ce redressement a été réalisé séparément chez les enfants et chez les adultes en tenant compte de variables géographiques et socio-économiques. A chaque individu est donc associée une pondération prise systématiquement en compte pour les analyses (Anses 2017a).

Les consommations alimentaires des individus ont été recueillies sur 3 jours non consécutifs (2 jours de semaine et 1 jour de week-end) répartis sur environ 3 semaines. Les individus n'ayant répondu que sur 2 jours au lieu de 3 sont inclus dans la population INCA3, conformément aux recommandations de l'EFSA. Afin d'assurer la représentativité des consommations sur une semaine entière, une pondération supplémentaire a été appliquée pour tenir compte du type de jour (semaine ou week-end, y compris jours fériés).

Les consommations alimentaires ont été recueillies par la méthode des rappels de 24 heures pour les individus âgés de 15 à 79 ans et par la méthode des enregistrements de 24 heures (*via* un carnet alimentaire) pour les individus âgés de 0 à 14 ans. Pour les jours sélectionnés, les individus devaient décrire leurs consommations alimentaires en identifiant tous les aliments et boissons consommés dans la journée et la nuit précédant le recueil. Ils devaient les décrire de façon aussi détaillée que possible et les quantifier à l'aide notamment d'un cahier de photographies de portions alimentaires et de mesures ménagères. Quel que soit l'âge, les

¹ Le redressement vise à corriger l'échantillon enquêté de ses éventuels biais par rapport à la population cible de l'enquête. Il est utilisé quand les proportions de certaines catégories d'individus dans l'échantillon (ex : homme, femme, enfant) sont très différentes des proportions dans la population cible. En pratique, des poids élevés sont attribués aux individus appartenant aux catégories sous-représentées et des poids faibles sont attribués aux individus appartenant aux catégories surreprésentées dans l'échantillon.

interviews étaient conduits par téléphone, à l'aide du logiciel standardisé GloboDiet (Slimani et al. 1999; Voss et al. 1998), par des enquêteurs professionnels spécifiquement formés aux méthodes mises en œuvre et à l'utilisation du logiciel. Parmi les 5855 individus inclus dans l'étude, 4114 (2121 adultes et 1993 enfants) ont validé le volet consommation en répondant à au moins 2 interviews alimentaires. Pour rappel, dans l'EAT3, seuls les individus de 3 ans et plus (2121 adultes et 1808 enfants) ont été pris en compte. En effet, les enfants de moins de 3 ans ont fait l'objet d'une EAT spécifique (EAT infantile) publiée en 2016.

Tous les aliments consommés ont été décrits de façon précise à l'aide d'une nomenclature portant sur 2922 aliments et d'un système de facettes/descripteurs, tel que recommandé par l'EFSA. Les facettes correspondent à des caractéristiques générales permettant de décrire les aliments, comme l'état physique, la teneur en matière grasse, la méthode de conservation, *etc.* Les descripteurs correspondent aux modalités de réponse aux facettes. Par exemple, pour l'état physique de l'aliment, les descripteurs peuvent être liquide, reconstitué à partir d'une poudre ou de flocons, en poudre, émincé, en purée, râpé, *etc.* Dix-sept facettes et plus de 600 descripteurs sont disponibles dans les données finales d'INCA3. Pour les aliments industriels, la marque précise de l'aliment a également été enregistrée lorsqu'elle était connue. Les données de consommation de l'étude INCA3 recensent ainsi 36 734 combinaisons différentes d'aliments et de facettes/descripteurs consommés par la population.

Parallèlement au recueil des consommations alimentaires, les participants devaient répondre à plusieurs questionnaires adaptés à chaque classe d'âge, notamment un questionnaire auto-administré sur la fréquence de consommation de 11 groupes d'aliments issus de l'agriculture biologique.

3 Données de concentration dans les aliments et les eaux embouteillées

3.1 Rappels sur l'échantillonnage

La méthode d'échantillonnage de l'EAT3 a été décrite dans le rapport méthodologique (Anses 2024b).

L'échantillonnage s'appuie sur les données de l'étude INCA3. Deux cent soixante-seize aliments répartis en 44 groupes et couvrant plus de 90 % du régime moyen de la population ont été sélectionnés. Chaque aliment EAT3 a pu être collecté sur une ou deux saisons, afin de tenir compte des éventuelles différences de concentration selon la période de l'année (Figure 1). De plus, pour chaque aliment ont été constitués un échantillon de produits issus de l'agriculture conventionnelle et/ou un échantillon de produits issus de l'agriculture biologique. Dans le reste du document, il sera fait référence respectivement à aliment ou échantillon « conventionnel » et « bio ». Ainsi, pour chaque aliment EAT3, entre un et quatre échantillons ont été collectés. *In fine*, 718 échantillons ont été collectés lors de l'étude entre mai 2021 à août 2022 dans trois départements français (Loiret, Puy-de-Dôme et Hérault) et 1 échantillon spécifique de l'eau du robinet² de la cuisine expérimentale a été constitué (voir ci-dessous). Chaque échantillon de l'EAT3 est composé de 12 sous-échantillons d'un même produit alimentaire (par exemple, les échantillons de « poire » sont constitués de 12 sous-échantillons de poires), ou de produits considérés comme présentant une concentration homogène vis-à-vis des substances étudiées (par exemple, les échantillons de l'aliment « chou-fleur et brocoli » sont constitués à la fois de sous-échantillons de choux-fleurs et de sous-échantillons de brocolis, les deux aliments INCA3 ayant été regroupés dans un même aliment EAT3). Les sous-échantillons ont été déterminés de façon à être représentatifs de la consommation de l'aliment EAT3 au sein de la population française. Ils ont été préparés « tels que consommés » selon les déclarations des individus enquêtés dans INCA3 : mode de consommation (cru/cuit), méthode de préparation et cuisson de l'aliment, matériau des ustensiles de cuisson, matière grasse de cuisson, type d'eau utilisée pour la préparation des boissons chaudes, *etc.*

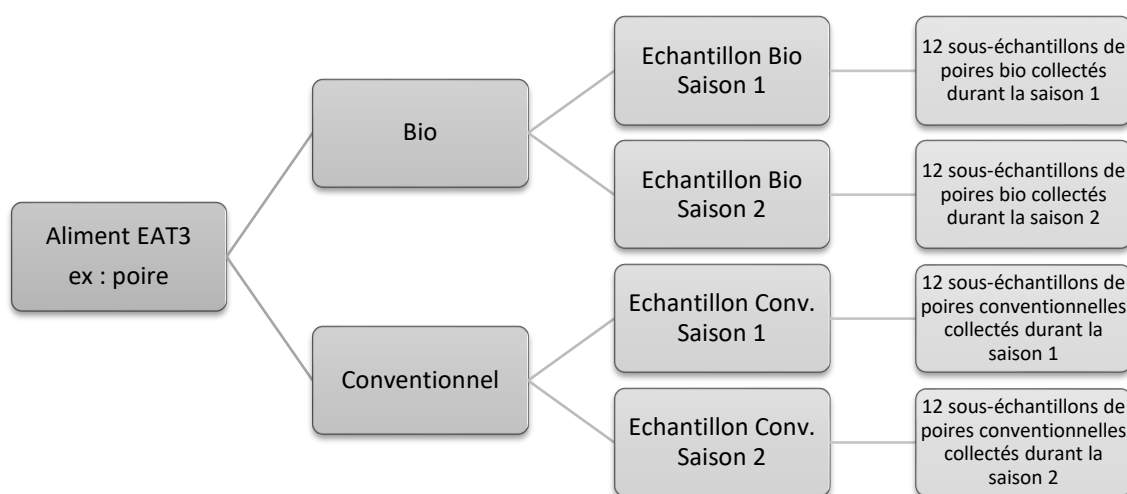


Figure 1 : Constitution des échantillons selon le type d'agriculture et la saison

² Cet échantillon spécifique a été constitué afin de déterminer la provenance d'éventuelles contaminations des échantillons cuits ou préparés avec de l'eau du robinet (pâtes, cafés, *etc.*)

Dans une cuisine expérimentale, des ustensiles et du matériel de cuisson domestiques (non professionnels) ont été utilisés lors de la préparation, tels que four traditionnel, four micro-ondes, plaques de cuisson, casseroles, poêles, mixeur, *etc.* ainsi que des produits ménagers du commerce pour nettoyer le matériel, afin de reproduire les habitudes des consommateurs. Les produits utilisés pour nettoyer la vaisselle ont fait l'objet d'un dosage des ETM afin de s'assurer qu'ils n'étaient pas susceptibles de contaminer les échantillons (Anses 2024b). Par ailleurs, des blancs analytiques ont été réalisés afin d'apprécier les éventuels relargages de substances associées à l'utilisation d'ustensiles avec revêtement antiadhésif, inox, aluminium, céramique ou fonte, lors de la préparation des aliments.

Après préparation et cuisson, la partie comestible des aliments a été conservée. Puis, les aliments cuits ou chauffés ont été rapidement refroidis. Les sous-échantillons ont été broyés ou homogénéisés, puis stockés à -18°C dans des contenants en polyéthylène téréphtalate (PET), à l'exception des huiles qui ont été stockées à température ambiante et à l'abri de la lumière, et des eaux stockées à +4°C. A la fin de la collecte, l'ensemble des sous-échantillons d'un même échantillon a été rassemblé et mixé par cryobroyage, à l'exception des huiles, de certains alcools, de la sauce soja et des eaux, qui ont été homogénéisés dans des bécjers en verre (Anses 2024b). Des parties aliquotes des échantillons composites ainsi constituées et stockées dans des pots en PET ont ensuite été envoyées aux différents laboratoires d'analyse. Pour les besoins de certains analyses (spéciation des ETM), certains échantillons ont également été lyophilisés.

3.2 Choix des aliments à analyser

Pour chaque famille de substances, les aliments pertinents à analyser ont été sélectionnés parmi les 276 aliments EAT3, sur la base des informations disponibles : données d'occurrence des précédentes EAT françaises, base de données Contamine³, données des évaluations de l'EFSA ou du Comité mixte d'experts FAO/OMS sur les additifs alimentaires (JECFA), littérature scientifique, propriétés physico-chimiques de la substance, listes des usages autorisés le cas échéant, mais aussi dires d'experts.

3.2.1 Acrylamide

Le choix des aliments à analyser pour l'acrylamide s'est appuyé principalement sur les résultats de l'EAT2 (Anses 2011a; 2011b) et sur le rapport de l'EFSA sur l'acrylamide dans les denrées alimentaires (EFSA 2015). Les analyses ont porté sur 116 aliments différents, parmi les produits de panification et céréales pour petit déjeuner, les viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés ou salés, les entremets et crèmes desserts, les volailles, les viandes, les poissons panés, les confiseries au chocolat, les pommes de terre frites et les chips, les boissons chaudes, certains plats composés, ainsi que les compotes et fruits au sirop. A cette liste ont été ajoutés les fruits secs oléagineux, cacahuètes, olives, bière et confitures de fruits, sur la base de données plus anciennes (Afssa 2005; Santé Canada 2012).

³ Contamine est une base de données gérée par l'Anses et qui centralise, sous un format unique, des données de contamination des denrées alimentaires à destination de l'alimentation humaine et animale. Elle comprend notamment des données relatives aux pesticides, médicaments vétérinaires et substances interdites ou encore éléments traces dans les denrées alimentaires d'origine animale et végétale, brutes ou transformées, et dans l'alimentation animale, recueillies principalement dans le cadre des plans de surveillance et de contrôle nationaux.

3.2.2 Éléments traces métalliques

Pour rappel, seuls les ETM suivants sont présentés dans ce rapport : argent, cadmium, aluminium, plomb et mercure.

La majorité des ETM est ubiquitaire en raison de leur origine naturelle dans la croûte terrestre, mais leur présence dans l'environnement peut également résulter des activités humaines, notamment *via* l'apport de boues d'épandage. Ainsi, l'ensemble des échantillons a été analysé en élément total. La spéciation du mercure a également été réalisée sur une sélection d'aliments connus pour leur contamination potentielle par le méthylmercure (MeHg), à savoir les produits de la mer et les plats à base de produits de la mer, ainsi que le riz et produits à base de riz (Liu et al. 2019).

3.3 Analyse des échantillons

Pour rappel, les laboratoires en charge de l'analyse des échantillons alimentaires ont été sélectionnés sur la base d'un cahier des charges préalablement établi, s'appuyant sur la norme NF EN ISO/IEC 17025 : 2017 et sur les guides et référentiels techniques français et européens (Comité français d'accréditation (Cofrac), DG-SANTE, etc.). Pour chaque famille de substances, des prérequis aux analyses ont été définis en termes de validation de méthode, de participation à des essais interlaboratoires (EIL) le cas échéant, et de limites analytiques compatibles avec les besoins de l'évaluation des risques sanitaires (ERS). Ces limites analytiques ont été estimées de façon à être en mesure de conclure sur le risque, en particulier pour les substances pour lesquelles il était attendu relativement peu de résultats supérieurs à la limite de quantification (Anses 2024b). Des prérequis ont aussi été introduits concernant les contrôles qualité à mettre en œuvre au cours des analyses (introduction de blancs, matériaux de référence, contrôle des limites analytiques au cours du temps, contrôle des blancs, taux de récupération).

Un contrôle qualité complémentaire sur l'homogénéité des échantillons a été systématiquement réalisé par l'analyse en double de 10 % des échantillons (deux prises d'essai du même échantillon suivant l'ensemble de la procédure analytique). Ces échantillons ont été sélectionnés par les laboratoires de façon à couvrir différentes matrices alimentaires et plusieurs niveaux de concentrations. Les échantillons présentant des résultats non conformes au regard de la réglementation mais également les valeurs extrêmes ont été inclus dans cette phase de réanalyse.

3.3.1 Acrylamide

Les analyses d'acrylamide ont été conduites par l'antenne parisienne du Service commun des laboratoires (SCL-75).

■ Reconnaissances externes

Ce laboratoire est accrédité par le COFRAC selon la norme NF EN ISO/IEC 17025 : 2017 pour une gamme étendue de paramètres, notamment les contaminants dans les denrées alimentaires. Le laboratoire est en particulier accrédité pour l'analyse de l'acrylamide dans un large éventail de denrées d'origine animale et végétale, et dans les produits transformés. Le SCL-75 est en charge des analyses d'acrylamide dans les aliments dans le cadre des contrôles réalisés par la Direction Générale de l'Alimentation (DGAI). Depuis 2018, le SCL-75

est le laboratoire national de référence (LNR) pour l'analyse des contaminants néoformés dans les denrées alimentaires (hors hydrocarbures aromatiques polycycliques, HAP), incluant l'acrylamide.

■ Principe analytique

Les analyses ont été exécutées conformément au protocole ANA.PRT.1316 du laboratoire. L'acrylamide est extrait de l'échantillon à l'aide d'un solvant approprié, puis purifié par extraction sur phase solide. L'extrait purifié est ensuite soumis à une analyse par chromatographie liquide haute performance (HPLC) couplée à un spectromètre de masse avec une interface par électrospray en mode positif. Les analyses ont été réalisées en utilisant une quantification par dilution isotopique avec un analogue marqué (acrylamide-d3). L'identification de l'analyte est confirmée par la vérification de son temps de rétention ($\pm 0,2$ min) et par la vérification des rapports des surfaces de pics des transitions de masse (± 30 %).

■ Validation de méthode et performances

La validation des méthodes a été réalisée selon la norme NF T90-210 : 2018 et le guide technique d'accréditation LAB GTA 26 (Cofrac 2019). Les limites de quantification (LQ) ont été déterminées conformément à la norme NF T90-210 : 2018 et les limites de détection (LD) ont été fixées au tiers de la valeur de la LQ sous réserve que le pic de confirmation présente un rapport signal/bruit supérieur à 3 ; dans le cas contraire, le laboratoire a relevé les LD à une concentration satisfaisant cette condition (Tableau 1). Pour certaines matrices, pour lesquelles la LD n'a pas pu être vérifiée, la LD et la LQ sont égales.

Tableau 1 : Limites analytiques ($\mu\text{g/kg}$ de poids frais) de la méthode d'analyse de l'acrylamide

Familles d'aliments	Limites de détection	Limites de quantification
Produits secs et céréales	3 à 10	10 à 20
Fruits et légumes	3	10
Aliments composés	5 à 20	20
Boissons	5 à 20 (sauf eaux : 0,1)	20 (sauf eaux : 0,1)

■ Contrôles qualité internes

Les contrôles qualité internes comprennent l'analyse d'un blanc réactif pour chaque série d'analyse, dont le résultat doit être inférieur à la limite de détection, ainsi que des matériaux de référence consistant en des échantillons dopés à la limite de quantification et/ou à une valeur haute de concentration. Ces contrôles qualité internes sont suivis par une carte de contrôle avec des règles de décision. La validité de la gamme d'étalonnage est vérifiée pour chaque série d'analyses avec des biais maximaux inférieurs à 20 % pour les faibles concentrations, et inférieurs à 10 % pour les concentrations plus élevées. Les taux de récupération de l'étalon interne isotopique sont calculés pour chaque échantillon, ceux-ci devant être compris entre 60 et 120 %, conformément au guide LAB GTA 26 (ou entre 30 et 140 %, sous réserve de justification).

■ Contrôles qualité externes

Des EIL ont été réalisés pour l'acrylamide à travers différents circuits : fapas® et un EIL organisé par le Laboratoire Référence de l'Union Européenne (LRUE). Ceux-ci couvrent

différentes matrices de l'EAT3 et les trois résultats obtenus sur la période 2023 sont satisfaisants.

■ Résultats de l'EAT3

Les experts du GT EAT3 ayant évalué les résultats analytiques considèrent les données robustes et en accord avec les exigences attendues.

3.3.2 Éléments traces métalliques

Les analyses des ETM ont été conduites par le Laboratoire de sécurité des aliments de l'Anses (LSAI).

■ Reconnaissances externes

Ce laboratoire bénéficie de l'accréditation du Cofrac pour une gamme étendue de paramètres, notamment les contaminants dans les denrées alimentaires avec une portée flexible. Le laboratoire est spécifiquement accrédité pour l'analyse d'ETM dans toutes denrées alimentaires d'origine animale et végétale sur le programme LAB GTA 45. Le LSAI est LNR en charge des analyses des ETM dans les denrées alimentaires d'origine animale (selon l'annexe I du Règlement délégué de la Commission (UE) 2022/931) dans le cadre des contrôles réalisés par la DGAI.

■ Principe analytique

■ Analyse des ETM

Les analyses ont été exécutées conformément à la méthode interne LSA-INS-0086⁴ du laboratoire. L'échantillon est minéralisé à chaud à l'aide d'acide nitrique 6 % en utilisant un four micro-ondes en système fermé ou un micro-ondes avec cavité de minéralisation pressurisée (type autoclave). La préparation de la solution d'essai se fait par reprise du minéralisât avec de l'eau déionisée, avant d'être analysée par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS) équipé d'une cellule de collision pour l'élimination des interférences (analyses en mode standard (*no gaz*) ou en mode hélium). Trois étalons internes (⁸⁹Y pour ²⁷Al, ¹⁸⁵Re pour ¹⁰⁷Ag et ¹¹¹Cd, et ²⁰⁹Bi pour ²⁰²Hg et ²⁰⁸Pb) sont utilisés pour corriger la dérive instrumentale et les éventuels effets de matrice.

■ Analyse de spéciation du mercure (MeHg et Hg inorganique)

Les analyses de spéciation du mercure ont été exécutées conformément au protocole LSA-INS-1607 du laboratoire. Les espèces de MeHg et du Hg inorganique sont complexées à l'aide du 2-mercaptoethanol puis extraites soit par chauffage à l'aide d'un micro-ondes (dans un système de digestion pressurisé) ou par bloc chauffant. L'extrait est ensuite soumis à une analyse par HPLC couplée à un ICP-MS. La quantification est réalisée par étalonnage externe.

■ Validation de méthode et performances

La validation des méthodes a été réalisée selon la norme AFNOR NF V03-110 : 2010 et en accord avec les exigences spécifiques de la norme AFNOR NF EN 13804 : 2013 et le guide technique d'accréditation LAB GTA 45. Les LQ ont été déterminées conformément à la norme AFNOR NF V03-110 : 2010 et les LD ont été fixées au tiers de la valeur de la LQ (Tableau 2).

⁴ Détermination de la teneur en éléments traces métalliques et minéraux dans les denrées alimentaires : digestion (acide) par voie humide et analyse par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS)

Tableau 2 : Limites analytiques (µg/kg de poids frais) des méthodes d'analyse des ETM (minimum – maximum)

ETM (isotope)	Limites de détection	Limites de quantification
Ag (¹⁰⁷ Ag)	0,11 - 15	0,38 - 50
Al (²⁷ Al)	0,38 - 50	1,25 - 167
Cd (¹¹¹ Cd)	0,003 - 0,333	0,01 - 1,3
Hg (²⁰² Hg)	0,033 - 4,3	0,11 - 14
MeHg (²⁰² Hg)	0,26 - 2,41	0,86 - 7,9
Hg inorganique (²⁰² Hg)	0,13 - 1,2	0,42 - 3,9
Pb (²⁰⁸ Pb)	0,006 - 0,83	0,02 - 2,50

■ Contrôles qualité internes

Les contrôles qualité internes (CQI) comprennent un contrôle de la LQ cible (LQ cible = LQ + 3 x écart-type de fidélité intermédiaire (FI)), un blanc réactif pour chaque cycle de minéralisation (valeur de blanc < LQ cible), un contrôle de la dérive de la sensibilité tous les 8 à 10 échantillons et en fin de série ainsi que des matériaux de référence certifiés (MRC) et des échantillons dopés à différents niveaux de concentration. Ces CQI sont suivis par cartes de contrôle avec des règles de décision. La validité de la gamme d'étalonnage est également vérifiée pour chaque série d'analyses.

■ Contrôles qualité externes

Le laboratoire a participé à différents EIL du laboratoire de référence de l'Union Européenne, du Bipea et du Fapas⁵, dont 9 EIL sur Al, 14 sur Cd, Pb et Hg, et 2 EIL sur MeHg. Ceux-ci couvrent différentes matrices de l'EAT3 et les résultats obtenus sur la période 2023-2024 sont satisfaisants.

■ Résultats de l'EAT3

Les experts du GT EAT3 ayant évalué les résultats analytiques considèrent les données robustes et en accord avec les exigences attendues.

3.4 Traitement des données de concentrations pour le calcul des expositions

3.4.1 Traitement des données censurées

Comme indiqué dans le rapport méthode (Anses 2024b), les données de concentration dites censurées (lorsque les résultats d'analyse sont inférieurs aux limites analytiques) ont été traitées selon les recommandations de l'OMS (WHO 2013). Deux hypothèses permettent d'encadrer les concentrations par leurs valeurs minimales et maximales. Ainsi, selon l'hypothèse basse (*lowerbound*, ou LB), tout résultat inférieur à la limite de détection est considéré comme égal à zéro, et tout résultat supérieur à la limite de détection mais inférieur

⁵ Bipea et Fapas sont deux organisateurs d'EIL

à la limite de quantification est considéré comme égal à la limite de détection. Selon l'hypothèse haute (*upperbound*, ou UB), tout résultat inférieur à la limite de détection est considéré comme égal à la limite de détection, et tout résultat supérieur à la limite de détection mais inférieur à la limite de quantification est considéré comme égal à la limite de quantification (Tableau 3).

Tableau 3 : Traitement des données de concentration (x) selon le type de résultat

	Substance non détectée ($0 < x < LD$)	Substance détectée mais non quantifiée ($LD < x < LQ$)	Substance quantifiée ($LQ < x$)
Valeur attribuée sous l'hypothèse basse (<i>Lowerbound</i> ou LB)	0	LD	x
Valeur attribuée sous l'hypothèse haute (<i>Upperbound</i> ou UB)	LD	LQ	x

LD : limite de détection, LQ : limite de quantification

3.4.2 Gestion des doubles analytiques

Comme indiqué précédemment (cf. 3.3 Analyse des échantillons), 10 % des échantillons ont été analysés en double pour chaque substance dans le cadre d'un contrôle qualité sur l'homogénéité des échantillons.

Pour l'acrylamide, tous les doublons ont été considérés conformes : les deux résultats étaient cohérents en tenant compte de l'incertitude élargie ($k = 2$) fournie par le laboratoire. Aussi, la moyenne des deux résultats a été considérée comme donnée finale de concentration.

Dans le cas des ETM, en plus des analyses demandées en double, les contrôles qualité mis en place par le laboratoire ont pu conduire à une mise à disposition de résultats complémentaires. Ainsi, pour certains couples échantillon – élément trace, jusqu'à 8 résultats ont pu être fournis. Ceux-ci ont fait l'objet d'une expertise spécifique, qui a pu conduire à l'exclusion de certains résultats jugés incohérents et pouvant s'expliquer par exemple par une contamination environnementale (<1 % des résultats). Pour quelques rares cas, une ou deux analyses de confirmation ont été réalisées. *In fine*, la moyenne des résultats jugés robustes a été considérée comme donnée finale de concentration.

3.4.3 Traitement spécifique pour le mercure

Le mercure total a été analysé dans l'ensemble des échantillons. Des analyses de spéciation en méthylmercure et mercure inorganique ont également été effectuées sur une sélection d'aliments connus pour leur contamination potentielle par le méthylmercure, à savoir les produits de la mer et les plats à base de produits de la mer, ainsi que le riz et produits à base de riz. En effet, il est généralement considéré que les autres aliments ne contiennent pas de méthylmercure (EFSA 2012).

Pour le méthylmercure, seuls les résultats des aliments ciblés pour la spéciation ont été utilisés pour le calcul des expositions.

Pour le calcul des expositions au mercure inorganique, les concentrations en mercure total des aliments non ciblés pour la spéciation ont également été utilisées en considérant l'hypothèse que 100 % du mercure total est sous forme inorganique (EFSA 2012) pour ces aliments.

4 Données de concentration dans l'eau du robinet

Pour rappel, l'eau du robinet n'a pas été échantillonnée dans la présente étude en raison de la variabilité spatio-temporelle de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (EDCH) à l'échelle du territoire national. Par conséquent, les résultats d'analyse disponibles dans la base de données du Système d'Information en Santé-Environnement sur les Eaux (SISE-Eaux)⁶ gérée par le ministère en charge de la santé ont été utilisés pour caractériser les concentrations en ces substances dans l'eau du robinet (DGS 2024).

Pour certaines substances non réglementées dans les EDCH et/ou pour lesquelles les données de la base SISE-Eaux sont inexistantes ou parcellaires, les données d'autres études nationales ont pu être utilisées, notamment les données de campagnes exploratoires⁷ du Laboratoire d'Hydrologie de Nancy (LHN) de l'Anses. Les analyses de ces campagnes portent sur la ressource d'eau brute et sur l'eau traitée. Le LHN a développé des méthodes d'analyses en appliquant des référentiels de validation tels que la norme NF T 90-210 : 2018 ou le guide SANTE/12682/2019.

Ces campagnes nationales d'occurrence couvrent l'ensemble du territoire national avec les DOM-TOM et sont conduites en collaboration avec les Agences régionales de santé (ARS) et la Direction générale de la santé. La stratégie d'échantillonnage repose généralement sur trois points de prélèvement par département avec les objectifs suivants :

- un point représentatif d'une proportion importante du débit national (20 à 25 %) en réalisant un prélèvement sur l'ouvrage de plus fort débit de chaque département ;
- un point d'intérêt ou plus, proposé(s) par les ARS, retenu(s) en fonction de la vulnérabilité⁸ des sites ;
- un point de prélèvement choisi aléatoirement dans chaque département.

4.1 Caractéristiques des extractions SISE-Eaux

Une extraction de la base de données SISE-Eaux a été réalisée, à la demande de l'Anses, par le Pôle d'Administration des Données sur l'Eau du Ministère chargé de la santé afin d'obtenir les résultats d'analyse du contrôle sanitaire pour les EDCH. En raison des faibles fréquences

⁶ Cette base de données centralise les résultats du contrôle sanitaire des eaux, des contrôles complémentaires ou recontrôles associés (analyses d'eaux réalisées sous le contrôle des agences régionales de santé (ARS)), certains résultats de la surveillance exercée par la personne responsable de la production et de la distribution de l'eau ainsi que les résultats d'études commanditées par le ministère en charge de la santé ou par les ARS.

⁷ Ces campagnes, réalisées dans le cadre des missions de référence du LHN, contribuent à renforcer la connaissance de la qualité sanitaire des EDCH par la recherche de composés émergents qui ne sont pas systématiquement réglementés, ne disposent pas toujours de limite de qualité et ne sont pas recherchés dans le contrôle sanitaire des EDCH. Ces campagnes permettent ainsi d'améliorer la connaissance de la contamination des ressources en eaux et des eaux traitées, de disposer de données d'occurrence robustes pour l'évaluation de l'exposition de l'homme à ces composés via les EDCH et, *in fine*, soutiennent également le besoin de faire évoluer la réglementation.

⁸ On entend par site « vulnérable » un site réputé très contaminé par une substance. Cette vulnérabilité dépend des molécules recherchées. Par exemple, les métabolites de pesticides sont recherchés sur les sites régulièrement contaminés par les pesticides, les PFAS sur les sites à proximité de rejets industriels utilisant des PFAS, etc. Les ARS peuvent sélectionner plusieurs sites d'intérêt s'il y a une préoccupation particulière.

de prélèvement pour certaines substances et/ou pour certaines unités de distribution (UDI)⁹, une période de 10 ans (2013-2023) a été demandée (*Arrêté du 11 janvier 2007*).

Les caractéristiques de ces extractions sont présentées dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Caractéristiques de l'extraction de SISE-Eaux demandée pour les EDCH

Zone	France (hors DROM et Corse)
Période	2013-2023
Substances	Acrylamide, Aluminium, Argent, Cadmium, Mercure, Plomb
Usage	Unités de distribution collectives publiques (AEP)
Type d'installation	Unité de distribution (UDI) et installation amont de niveau 1
Etat des installations	Actives l'année du prélèvement
Type d'eau	- Eau distribuée sans désinfection (S) - Eau distribuée après désinfection (T) - Eau distribuée après traitement (T1-T2-T3)*
Motif du prélèvement	Tous
Date de l'extraction	19 janvier 2024
Représentativité	Oui (O) : résultat représentatif des caractéristiques de l'eau de l'installation fonctionnant dans le cadre de son usage direct normal Partielle (P) : résultat représentatif des caractéristiques de l'eau au point de prélèvement

*T1 : eaux souterraines provenant de milieux fissurés ou non et ne présentant pas de turbidité périodique importante et supérieure à 2 NFU en sortie de production ; T2 : eaux souterraines et superficielles provenant de milieux fissurés et présentant une turbidité périodique importante et supérieure à 2 NFU pour lesquelles le débit de production est supérieur à 1000 m³.j⁻¹; T3 : eaux souterraines et superficielles provenant de milieux fissurés et présentant une turbidité périodique importante et supérieure à 2 NFU pour lesquelles le débit de production est inférieur à 1 000 m³.j⁻¹.

Dans le cas de l'argent, en raison du nombre limité de données dans la base SISE-Eaux (178 résultats), et dans la mesure où aucune donnée plus récente n'a été identifiée, seules les données issues de l'analyse des échantillons de la campagne du LHN de 2012 ont été utilisées. Les modalités d'échantillonnage de cette campagne sont détaillées dans l'instruction N°DGS/EA4/2011/229 (DGS 2011). L'étude a été conduite sur environ 300 sites, pour lesquels les couples eau brute/eau traitée ont été analysés, équitablement répartis sur le territoire français et alimentant environ 20 à 25 % de la population. Cette campagne n'étant pas spécifique aux ETM, le plan d'échantillonnage n'a pas ciblé de « points d'intérêt » pour les métaux. Des résultats sont donc disponibles pour un point « gros débits » et deux points aléatoires.

⁹ UDI : réseau de distribution dans lequel la qualité de l'eau est réputée homogène. Une unité de distribution d'eau potable est gérée par un seul exploitant, possédée par un même propriétaire et appartient à une même unité administrative.

4.2 Modalités de traitement des données dans les EDCH

4.2.1 Validation des données SISE-Eaux

Afin de pouvoir exploiter les données, ont été supprimés :

- les résultats considérés comme inexploitable, par exemple ceux exprimés sous forme « < SEUIL » ou « ND » ;
- les résultats dont la représentativité est déclarée « partielle » par les ARS (Tableau 4) ;
- les résultats considérés comme « aberrants » :
 - les résultats non quantifiés pour lesquels la limite de quantification annoncée apparaît anormalement basse et inférieure à la limite de quantification minimale retenue (par exemple, la limite de quantification la plus basse des laboratoires agréés pour le contrôle sanitaire des eaux) ;
 - les résultats non quantifiés pour lesquels la limite de quantification annoncée apparaît anormalement haute et supérieure à la limite de quantification maximale retenue (par exemple, la limite de qualité fixée dans la directive (UE) 2020/2184 (Commission Européenne 2020) pour les substances réglementées ou, pour les substances non réglementées, la limite de quantification la plus haute des laboratoires agréés pour le contrôle sanitaire des eaux) ;
 - les résultats quantifiés pour lesquels la concentration rendue apparaît anormalement basse et inférieure à la limite de quantification minimale retenue.

Le Tableau 5 synthétise les seuils utilisés pour la validation des données.

Tableau 5 : Valeurs seuil retenues pour la validation des données extraites de la base SISE-Eaux

Substance	Limite de quantification minimale	Limite de quantification maximale
Acrylamide	0,01 µg/L	0,2 µg/L
Aluminium	0,5 µg/L	60 µg/L
Cadmium	0,0025 µg/L	1 µg/L
Mercure	0,01 µg/L	0,5 µg/L
Plomb	0,025 µg/L	5 µg/L

4.2.2 Traitement des données de concentration pour le calcul des expositions

A l'instar des données de concentration dans les aliments, les données de concentration dites censurées (inférieures aux limites analytiques) ont été traitées selon les recommandations de l'OMS (WHO 2013) (cf. 3.4.1 Traitement des données censurées).

Une méthode a été développée pour l'EAT3 afin d'attribuer les concentrations dans l'EDCH aux individus d'INCA3.

Tout d'abord, afin d'obtenir une seule donnée par UDI, les données de concentration des différents prélèvements ont été agrégées par UDI de la façon suivante : moyenne des concentrations mesurées au cours d'une même année, puis moyenne des moyennes

annuelles¹⁰. Cette méthode permet de prendre en compte toutes les données de concentration de chaque UDI sur la période considérée.

Puis, les données de concentration ont été attribuées aux individus d'INCA3. Chaque individu a été rattaché aux UDI correspondant à sa commune d'habitation au 31 décembre 2015, soit la période de l'étude INCA3 (Anses 2017a). Trois approches ont été considérées (Figure 2) :

- l'approche « individuelle » : parmi les UDI rattachées à l'individu, si une seule UDI a une donnée, alors celle-ci est attribuée à l'individu (Cas 1). Si plusieurs UDI ont chacune une donnée, alors la moyenne des concentrations pondérées par l'effectif de la population desservie par chaque UDI est attribuée à l'individu (Cas 2) ;
- l'approche « départementale » : si aucune des UDI rattachées à l'individu ne présente de donnée, la moyenne des données des UDI de son département d'habitation a été attribuée à l'individu. Cette moyenne est obtenue après pondération des concentrations de chaque UDI du département par l'effectif de la population desservie (Cas 3) ;
- l'approche « nationale » : dans le cas où il n'existe aucune donnée, ni à l'échelle des UDI attribuées à l'individu, ni à l'échelle du département d'habitation, la moyenne nationale des concentrations des UDI a été attribuée à l'individu. Cette moyenne est obtenue après pondération des concentrations de chaque UDI par l'effectif de la population desservie (Cas 4).

Dans le cas de l'argent, la moyenne (non pondérée) des trois points de prélèvement par département de la campagne LHN a été attribuée aux individus INCA3 y résidant.

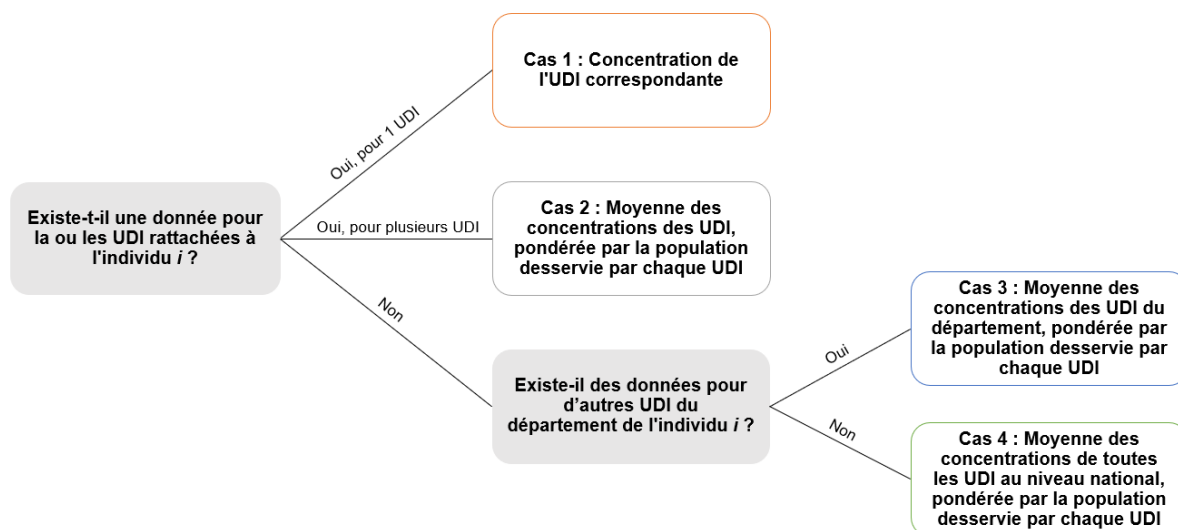


Figure 2 : Arbre de décision pour l'attribution des données SISE-Eaux à chaque individu *i* d'INCA3

Dans le cas de l'acrylamide, sur 3929 individus d'INCA3, une majorité (70 %) est concernée par l'approche individuelle, 10 % par l'approche départementale et 20 % par l'approche nationale. Dans le cas de l'aluminium, du cadmium, du mercure et du plomb, entre 95 % et 99 % des individus sont concernés par l'approche individuelle selon l'élément, le reste des individus est concerné par l'approche départementale.

¹⁰ Par exemple, pour l'UDI A, il y a 2 prélèvements en 2021 (7 µg/L et 5 µg/L), puis un prélèvement en 2022 (5 µg/L) et 2023 (6 µg/L) : la donnée considérée pour l'UDI A est alors : $\frac{\left(\frac{7+5}{2} + 5 + 6\right)}{3} = 5,66 \text{ µg/L}$.

Tableau 6 : Distribution des concentrations (µg/L) dans les EDCH au niveau national (SISE-Eaux ou LHN, ensemble des données) et pour celles attribuées aux individus INCA3 (EAT3)

Substance	Type de données	% quantification	moyenne (LB-UB)	minimum (LB-UB)	25° centile (LB-UB)	50° centile (LB-UB)	75° centile (LB-UB)	99° centile ou maximum* (LB-UB)
Acrylamide	SISE-eaux	0,13	0,000079 - 0,093	0 - 0,010	0 - 0,10	0 - 0,10	0 - 0,10	0 - 0,10
	EAT3	N/A**	0,000052 - 0,083	0 - 0,010	0 - 0,070	0 - 0,096	0 - 0,10	0,0018 - 0,10
Aluminium	SISE-eaux	64	23 - 27	0 - 0,50	0 - 10	13 - 15	31	160
	EAT3	N/A**	12 - 17	0 - 1,80	0,72 - 9,1	3,4 - 11	13 - 19	120
Argent	LHN	0	0 - 0,10	0 - 0,10	0 - 0,10	0 - 0,10	0 - 0,10	0 - 0,10
	EAT3	N/A**	0 - 0,10	0 - 0,10	0 - 0,10	0 - 0,10	0 - 0,10	0 - 0,10
Cadmium	SISE-eaux	6,24	0,011 - 0,59	0 - 0,0050	0 - 0,093	0 - 0,50	0 - 1,0	0,1 - 1,0
	EAT3	N/A**	0,013 - 0,52	0 - 0,012	0 - 0,10	0 - 0,46	0,003 - 0,99	0,90 - 1,1
Mercure	SISE-eaux	1,0	0,00074 - 0,14	0 - 0,0090	0 - 0,010	0 - 0,015	0 - 0,20	0,01 - 0,50
	EAT3	N/A**	0,0011 - 0,12	0 - 0,01	0 - 0,015	0 - 0,053	0,00014 - 0,21	0,098 - 0,50
Plomb	SISE-eaux	46	2,7 - 3,6	0 - 0,025	0 - 0,90	0 - 2,0	1,5 - 2,0	31
	EAT3	N/A**	1,8 - 2,8	0 - 0,36	0,49 - 1,7	1,1 - 2,2	2,3 - 3,3	22 - 23

LB : *lowerbound*, UB : *upperbound*. Si LB=UB, une seule valeur est présentée.

*99° centile pour les données nationales et maximum pour les données EAT3

**N/A : non applicable car correspond à des données agrégées

A titre de comparaison, les limites de qualité sont de 0,10 µg/L pour l'acrylamide, 200 µg/L pour l'aluminium, 5 µg/L pour le cadmium, 1 µg/L pour le mercure et 10 µg/L pour le plomb. L'argent n'est pas réglementé dans les EDCH.

Le Tableau 6 décrit l'ensemble des concentrations des substances étudiées dans l'EDCH au niveau national (données SISE-Eaux ou LHN) et les concentrations retenues pour l'EAT3, c'est-à-dire celles attribuées aux individus INCA3 selon la méthode décrite précédemment (données EAT3). Dans le cas des données EAT3, si plusieurs individus se voient attribuer la même valeur pour une substance parce qu'ils habitent dans la même commune ou dans le cas de l'approche départementale ou nationale, la concentration est considérée une seule fois dans le calcul des statistiques descriptives

4.2.3 Cas des aliments constitués avec de l'eau du robinet

Les échantillons du type sirop à l'eau, café filtre, café soluble, café au lait, et thé ont été constitués à base d'eau du robinet de la cuisine expérimentale du prestataire en charge de l'échantillonnage. Pour rappel, un échantillon spécifique de l'eau du robinet de la cuisine expérimentale a été constitué avec 12 sous-échantillons prélevés chaque mois pendant la durée totale de l'échantillonnage (Anses 2024b).

Pour calculer les expositions, les concentrations de la substance considérée dans les échantillons constitués à base d'eau du robinet ont été ajustées pour chaque individu i d'INCA3 pour tenir compte de la concentration de la substance dans l'eau attribuée à l'individu i selon l'équation suivante :

Équation 1

$$C_{ech,i} = C_{ech} - P_{eau,ech} \times (C_{eau,cuisine} - C_{eau,i})$$

avec :

- $C_{ech,i}$: la concentration corrigée de la substance dans l'échantillon ech pour l'individu i ;
- C_{ech} : la concentration mesurée de la substance dans l'échantillon ech analysé ;
- $C_{eau,cuisine}$: la concentration mesurée de la substance dans l'échantillon d'eau du robinet de la cuisine expérimentale ;
- $C_{eau,i}$: la concentration de la substance dans l'eau attribuée à l'individu i ;
- $P_{eau,ech}$: la proportion d'eau dans l'échantillon ech :
 - 0,875 pour le sirop à l'eau ;
 - 0,98 pour le café soluble ;
 - 0,37 pour le café au lait ;
 - 1 pour le thé, la tisane et le café filtre.

Pour le sirop à l'eau et le café soluble, ces proportions sont issues des recommandations présentes sur les emballages. Pour le café au lait, la proportion a été établie à partir de trois sources de recettes différentes sur internet (Anses 2022).

5 Exploitation des résultats

5.1 Exploitation des données de concentration

5.1.1 Interprétation au regard de la réglementation

Les concentrations des échantillons de l'EAT3 ont été comparées aux teneurs maximales (TM) réglementées en vigueur pour les substances analysées. Cependant, ces comparaisons sont à interpréter avec prudence. En effet, les aliments de l'EAT3 sont préparés « tels que consommés » avant analyse (cuits, assaisonnés, etc.) alors que les valeurs réglementées quant à elles portent souvent sur les denrées brutes. Par conséquent, la comparaison n'est pas toujours pertinente. Par ailleurs, il convient également de rappeler que les échantillons sont des composites de 12 sous-échantillons. La concentration issue de l'analyse est donc une moyenne des concentrations des 12 sous-échantillons. Si elle dépasse une teneur réglementaire, cela signifie qu'un ou plusieurs sous-échantillons présentent des concentrations assez élevées, impactant la moyenne.

5.1.2 Estimation des évolutions entre EAT2 et EAT3

Pour estimer une éventuelle diminution ou augmentation des concentrations dans les aliments entre l'EAT2 et l'EAT3, un traitement préalable des données a été réalisé.

Premièrement, les concentrations des différents échantillons ont été moyennées pour obtenir une seule concentration par aliment. Par exemple, la concentration de l'aliment « pomme de terre chips salées » EAT2 est obtenue en moyennant les concentrations des 8 échantillons régionaux. Dans le cadre de l'EAT3, seules les concentrations des échantillons conventionnels sont utilisées pour calculer la moyenne car aucun échantillon bio n'a été analysé dans l'EAT2. Par exemple, la concentration de l'aliment « pomme » EAT3 est obtenue en moyennant les concentrations des 2 échantillons saisonniers de pommes issues de l'agriculture conventionnelle.

Ensuite, chaque aliment EAT3 a été apparié à l'aliment EAT2 correspondant. Du fait de la différence d'échantillonnage entre les deux études, un aliment EAT2 peut correspondre à plusieurs aliments EAT3 et inversement, un aliment EAT3 peut correspondre à plusieurs aliments EAT2. Par exemple, dans l'EAT3, 3 aliments « bonbon au chocolat », « bonbon au chocolat avec fruits à coque » et « bonbon sucré » existent alors que dans l'EAT2, les 3 types de confiseries sont regroupés dans le même aliment composite « bonbon tout type ». Des regroupements des aliments EAT2 et EAT3 ont alors été réalisés pour obtenir un nouvel aliment unique EAT2 équivalent à un nouvel aliment unique EAT3. La concentration de chaque nouvel aliment EAT2 et EAT3 est obtenue en moyennant les concentrations de chaque aliment les composant. Ainsi, la moyenne des 3 aliments EAT3 « bonbon au chocolat », « bonbon au chocolat avec fruits à coque » et « bonbon sucré » est comparée à celle du « bonbon tout type » de l'EAT2. Parmi les 212 aliments EAT2, 12 n'ont pas été échantillonnés dans l'EAT3 (artichaut, maïs, navet, etc.), et inversement, sur les 276 aliments EAT3, 67 n'ont pas d'équivalent EAT2 (épices, échalote, café au lait, sardine, etc.). Au final, 171 couples au maximum peuvent être comparés (tous les aliments n'ont pas été analysés pour toutes les substances).

Les aliments dans lesquels la substance n'est détectée ni dans l'EAT2 ni dans l'EAT3 ne sont pas pris en compte, car cela reviendrait à comparer les limites analytiques (la baisse des limites analytiques entre les deux études ne signifiant pas que la concentration dans les aliments a baissé). Pour tenir compte de la censure éventuelle dans l'une des deux études et limiter le nombre de tests statistiques, les moyennes sont alors comparées sous la seule l'hypothèse moyenne, ou « *middlebound* » (MB), présentée ci-dessous (Équation 2) :

Équation 2

$$C_{MB} = \frac{C_{LB} + C_{UB}}{2}$$

avec :

- C_{MB} : la concentration de l'aliment sous l'hypothèse moyenne (MB) ;
- C_{LB} : la concentration de l'aliment sous l'hypothèse basse (*lowerbound*, LB) ;
- C_{UB} : la concentration de l'aliment sous l'hypothèse haute (*upperbound*, UB).

Afin d'évaluer les différences entre les aliments EAT2 et EAT3, deux tests sont réalisés :

- un test de Wilcoxon signé apparié¹¹. Si la *p-value* obtenue est inférieure à 0,05, la différence est considérée comme statistiquement significative ;
- le calcul de la moyenne géométrique des différences relatives entre la concentration de chaque aliment EAT3 par rapport à celle de l'aliment EAT2 correspondant, accompagnée par son intervalle de confiance à 95 %. Si cet intervalle n'inclut pas le chiffre 0, la différence est considérée comme statistiquement significative.

Dans le cas où les résultats des tests ne sont pas convergents, il n'est pas possible de conclure quant à une différence entre les concentrations des aliments EAT2 et EAT3.

5.1.3 Concentrations selon le type d'agriculture

L'EAT3 n'a pas été conçue dans l'objectif de comparer la concentration de chaque aliment issu de l'agriculture bio et conventionnelle, et la puissance statistique ne le permet pas. Aussi, seule la différence moyenne des concentrations a été étudiée.

Dans l'EAT3, 214 aliments ont été échantillonnés en bio et en conventionnel. La concentration de chaque échantillon conventionnel est appariée à celle de l'échantillon bio correspondant en prenant en compte les saisons de collecte (cf. 3.1. Rappels sur l'échantillonnage). Par exemple, la concentration du « pain blanc conventionnel » échantillonné entre septembre et février est appariée à celle du « pain blanc bio » échantillonné pendant la même période. Ainsi, 324 couples au maximum peuvent être considérés (de la même façon que précédemment, tous les échantillons n'ont pas été analysés pour toutes les substances).

Comme précédemment, pour tenir compte de la censure éventuelle et limiter le nombre de tests statistiques, les concentrations sont comparées sous l'hypothèse moyenne (MB) uniquement (Équation 2).

Afin d'évaluer les différences entre les échantillons conventionnels et bio, deux tests sont réalisés :

¹¹ Les aliments EAT2 et EAT3 sont considérés comme appariés afin de ne pas comparer des aliments au profil de contamination différent sans distinction (par exemple, les produits carnés et les légumes)

- un test de Wilcoxon signé apparié. Si la *p-value* obtenue est inférieure à 0,05, la différence est considérée comme statistiquement significative ;
- le calcul de la moyenne géométrique des différences relatives entre la concentration de chaque échantillon conventionnel par rapport à celle de l'échantillon bio correspondant, accompagnée par son intervalle de confiance à 95 %. Si cet intervalle n'inclut pas le chiffre 0, la différence est considérée comme statistiquement significative.

Dans le cas où les résultats des tests ne sont pas convergents, il n'est pas possible de conclure quant à une différence entre les concentrations des aliments bio et conventionnels.

Ces résultats sont à interpréter avec prudence. Une différence observée ne sera ni nécessairement ni uniquement liée au mode de production ; elle peut aussi être liée à une origine différente des sous-échantillons, des ingrédients différents, etc.

5.2 Calcul des expositions

La formule générique pour calculer l'exposition à chaque substance *s* de chaque individu *i* de l'enquête INCA3 est la suivante (Équation 3) :

Équation 3

$$E_{i,s} = \frac{1}{PC_i} \sum_{a=1}^N C_{a,i} \times T_{a,s}$$

Où :

- $E_{i,s}$ est l'exposition de l'individu *i* à la substance *s*, par exemple en µg/kg de poids corporel/jour (µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹) ;
- PC_i est le poids corporel de l'individu *i* (en kg) ;
- *N* est le nombre total d'aliments *a* dans le régime de l'individu *i* ;
- $C_{a,i}$ est la consommation de l'aliment *a* par l'individu *i* (en g/jour) ;
- $T_{a,s}$ est la teneur en substance *s* de l'aliment *a* (en µg/g de poids frais).

Pour les aliments pour lesquels des échantillons saisonniers ont été constitués, la teneur en substance *s* dans l'aliment échantillonné sur la période de consommation de l'individu *a* été prise en compte. Par exemple, pour un individu enquêté en juillet et consommant des tomates, les teneurs mesurées dans l'échantillon de tomates constitué entre mai et octobre ont été considérées.

Pour prendre en compte la part de la consommation d'aliments bio de chaque individu d'INCA3, l'exposition est calculée selon la formule suivante (Équation 4) :

Équation 4

$$E_{i,s} = \frac{1}{PC_i} \sum_{a=1}^N C_{a,i} \times (p_{bio,a,i} \times T_{bio,a,s} + (1 - p_{bio,a,i}) \times T_{conv,a,s})$$

Où :

- $E_{i,s}$ est l'exposition de l'individu *i* à la substance *s* (par exemple en µg/kg de poids corporel/jour) ;
- PC_i est le poids corporel de l'individu *i* (en kg) ;
- *N* est le nombre total d'aliments *a* dans le régime de l'individu *i* ;

- $C_{a,i}$ est la consommation de l'aliment a par l'individu i (en g/jour) ;
- $p_{bio,a,i}$ est la proportion de consommation de l'aliment a en bio dans la consommation totale de l'aliment a par l'individu i ;
- $T_{bio,a,s}$ est la teneur en substance s de l'aliment a issu de l'agriculture biologique (en $\mu\text{g/g}$ de poids frais) ;
- $T_{conv,a,s}$ est la teneur en substance s de l'aliment a issu de l'agriculture conventionnelle (en $\mu\text{g/g}$ de poids frais).

Pour 72,9 % des actes de consommation, une $p_{bio,a,i}$ égale à 0 ou à 1 a pu être attribuée directement à partir des données INCA3. Pour les 27,1 % des actes de consommation restant, afin de compléter les données INCA3, les données du projet BioNutriNet (BNN) dans la cohorte NutriNet-Santé ont été utilisées (Hercberg et al. 2010). La méthode de détermination des proportions de consommation en bio ($p_{bio,a,i}$) à partir des données d'INCA3 et de BNN est décrite dans le rapport méthode de l'EAT3 (Anses 2024b).

La caractérisation de la consommation d'aliments bio n'étant pas disponible sous forme quantitative, la distribution des consommations est approchée par des simulations. Le processus de détermination de la proportion de consommation en bio ($p_{bio,a,i}$) sur la base des données INCA3 et BNN a donc été répété 1000 fois. Le nombre de simulations de 1000 permet d'avoir un faible niveau de variation des p_{bio} dans l'ensemble de la population pour chaque aliment EAT3 (coefficient de variation inférieur à 5 %). L'ensemble de ces simulations permet d'obtenir des intervalles de confiance pour les estimations et ainsi d'évaluer les incertitudes liées aux variabilités inter et intra-individuelles en termes de consommation en bio.

Pour chacune des 1000 simulations, les expositions individuelles ont été calculées ainsi que l'exposition moyenne, son intervalle de confiance à 95 % et le 95^e centile d'exposition chez les enfants et chez les adultes, sous l'hypothèse basse (LB) et sous l'hypothèse haute (UB), après prise en compte des pondérations issues du plan de sondage d'INCA3.

Il en résulte 1000 expositions individuelles pour les 2144 individus concernés par les simulations, 1000 moyennes d'exposition, et 1000 95^e centiles d'exposition chez les enfants et chez les adultes, sous l'hypothèse basse et sous l'hypothèse haute.

5.3 Calcul de la contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne

Pour identifier et quantifier les contributeurs majeurs à l'exposition alimentaire, compte tenu de la censure dans les données de contamination, les contributions minimales et maximales des groupes d'aliments à l'exposition moyenne de la population sont calculées.

Pour calculer la contribution minimale d'un groupe d'aliments à l'exposition moyenne, les teneurs sous l'hypothèse basse (LB) sont appliquées aux aliments du groupe et les teneurs sous l'hypothèse haute (UB) à tous les autres aliments. Puis, l'exposition moyenne attribuable au groupe considéré est calculée et divisée par l'exposition moyenne totale. Inversement, pour calculer la contribution maximale à l'exposition d'un groupe, les teneurs sous l'hypothèse haute sont appliquées aux aliments du groupe et les teneurs sous l'hypothèse basse à tous les autres aliments. Puis, l'exposition moyenne de la population, attribuable au groupe considéré est calculée et divisée par l'exposition moyenne totale. Ce calcul est réalisé pour chacune des 1000 simulations.

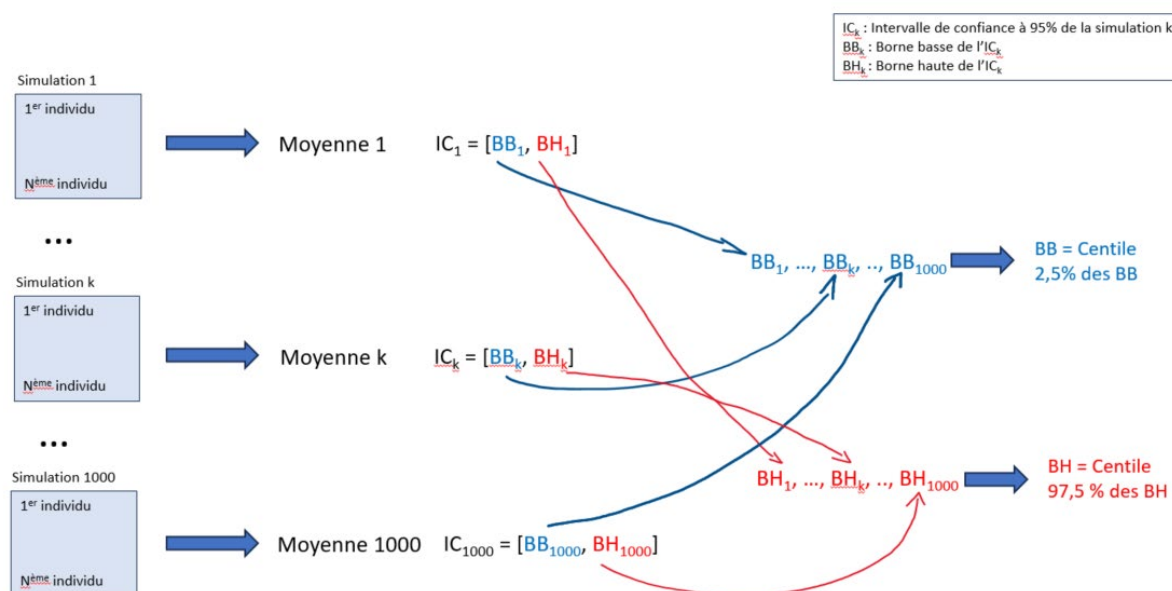
5.4 Comparaison des expositions avec les valeurs de référence

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) ou autres valeurs repères sont sélectionnées par le GT DataTox et le CES ERCA, selon une démarche présentée dans le rapport méthode (Anses 2024b).

Pour les substances pour lesquelles une valeur toxicologique de référence (VTR) à seuil (de type dose journalière tolérable (DJT)) est retenue, les expositions individuelles sont comparées directement à celles-ci (WHO, FAO, et IPCS 2009). Pour chacune des 1000 simulations, chez les enfants et chez les adultes, sous l'hypothèse basse (LB) et sous l'hypothèse haute (UB), la proportion d'individus dont l'exposition est supérieure à la VTR et son intervalle de confiance à 95 % sont calculés. Dans le cas des substances pour lesquelles une *Benchmark dose lower bound* (BMDL) est retenue, les marges d'exposition (*margin of exposure*, MOE) sont calculées comme étant le ratio entre la BMDL et la moyenne d'une part et le 95^e centile d'exposition d'autre part (EFSA 2005). Les MOE sont calculées pour chacune des 1000 simulations, chez les enfants et chez les adultes, sous l'hypothèse basse et sous l'hypothèse haute, et sont ensuite comparées à une MOE « critique » (Anses 2025).

5.5 Évolution des niveaux d'exposition entre EAT2 et EAT3

L'exposition moyenne calculée dans l'EAT3 est comparée à celle de l'EAT2 à partir de leur intervalle de confiance (95 %) respectif. Contrairement à l'EAT2 dans laquelle l'intervalle de confiance de la moyenne d'exposition a été calculé de manière classique, celui de l'EAT3 est défini à partir du 2,5^e centile des bornes basses et du 97,5^e centile des bornes hautes des intervalles de confiance à 95 % des moyennes des expositions individuelles de chaque simulation (Figure 3). Si les deux intervalles ne se recoupent pas, la différence entre les deux moyennes est jugée statistiquement significative.



Pour les adultes, n = 2121 ; pour les enfants, n = 1808

Figure 3 : Estimation des bornes basse et haute de l'intervalle de confiance à 95% de la moyenne d'exposition de l'EAT3

De la même manière, la proportion d'individus dont l'exposition est supérieure à la VTR dans l'EAT3 est comparée à celle de l'EAT2 à partir de leur intervalle de confiance (95 %) respectif. Si la VTR a été mise à jour entre EAT2 et EAT3, les expositions individuelles EAT2 sont comparées à la nouvelle VTR afin de réestimer ce pourcentage. Dans l'EAT3, l'intervalle de confiance de la proportion de dépassement de la VTR est calculé à partir du 2,5^e centile des bornes basses et du 97,5^e centile des bornes hautes de l'intervalle de confiance à 95 % des proportions de dépassement de chaque simulation.

Ces comparaisons sont à interpréter avec prudence du fait du changement de méthode de recueil des consommations alimentaires entre les deux études. Dans l'EAT2, les données de consommation provenaient de l'étude INCA2 et étaient recueillies via un carnet alimentaire auto-administré de 7 jours consécutifs alors que l'étude INCA3 s'appuie sur la méthode des 2 à 3 rappels de 24 h non consécutifs administrés par des enquêteurs (ou d'enregistrements suivis d'appels téléphoniques pour les enfants de 0 à 14 ans) (cf. 2. Données de consommation). Le recueil ou le suivi par un enquêteur a permis l'amélioration de l'exhaustivité du recueil des consommations alimentaires ; en particulier des consommations hors repas principaux comme les boissons (eaux, boissons rafraichissantes sans alcool, boissons alcoolisées). En effet, le recueil par des enquêteurs inclut de nombreuses relances visant spécifiquement les occasions alimentaires ainsi que les aliments et boissons connus comme étant souvent oubliés par les participants. Ainsi, les amplitudes d'évolution des consommations attendues (environ 5 à 10%) sont insuffisantes pour savoir ce qui relève d'une réelle augmentation de consommation (et donc d'exposition) de ce qui relève d'un artefact méthodologique (Anses 2017a). Par ailleurs, la réduction du nombre de jours de recueil par individu conduit à une augmentation de la variance intra-individuelle des consommations déclarées, qui peut elle-même affecter l'estimation des paramètres de dispersion pour la population (Basiotis et al. 1987). L'augmentation de cette variance peut alors mener à une surestimation du 95^e centile des expositions, et donc de la proportion d'individus dépassant la VTR. Cet effet se révèle d'autant plus important que les contributeurs majeurs à l'exposition sont relativement peu consommés dans la population (par ex. les abats, certains crustacés et poissons, etc.) (Palaniappan et al. 2003). Pour conclure, cela peut conduire à une surestimation de l'augmentation et une sous-estimation des diminutions des expositions et des pourcentages de dépassement de la VTR entre EAT2 et EAT3.

Tous les calculs ont été réalisés avec le logiciel R (version 4.4.2).

6 Présentation des résultats

Les résultats sont présentés par famille de substances et sous forme de « fiche substance ». Chaque fiche correspond à une substance ou un regroupement de substances. Chaque fiche contient une courte introduction sur la ou les substances : origine (usages agricoles, industriels, etc.), autres sources d'exposition majeures (ex : tabagisme), réglementation dans les aliments et dans l'eau et niveau d'imprégnation dans la population le cas échéant. Puis sont présentés la caractérisation du danger, les concentrations, l'évaluation de l'exposition, les contributeurs à l'exposition, la caractérisation du risque, et enfin les conclusions et recommandations. Les éléments présentés dans certaines de ces parties sont précisés ci-après.

6.1 Caractérisation du danger

Dans cette partie sont cités les principaux effets néfastes et organes cibles, les classifications le cas échéant (Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC) (CIRC 2024), potentiel de perturbation endocrinienne basé sur la consultation des bases de données de la Commission Européenne (ED Lists)¹² et du projet DEDuCT¹³) et une présentation de la ou les VTR (ou autre valeur repère) retenue(s) par le CES ERCA avec son argumentaire (Anses 2024b). La liste des autres valeurs examinées est présentée en annexe.

6.2 Description des concentrations dans les aliments et les eaux embouteillées

Cette partie décrit les concentrations dans les aliments, sous l'hypothèse basse (LB) et l'hypothèse haute (UB) le cas échéant. Comme indiqué précédemment, les données peuvent être comparées avec la réglementation en vigueur et avec les concentrations de l'EAT2. En cas de différence significative entre les concentrations des aliments EAT3 et EAT2 ou entre les échantillons conventionnels et bio, la moyenne géométrique de la différence et son intervalle de confiance à 95 % sont indiqués dans le corps du texte, sauf si le taux de détection ne permet pas de quantifier précisément l'évolution.

Dans un tableau de synthèse, pour chaque groupe d'aliments, sont indiqués le nombre d'aliments analysés, le nombre d'échantillons conventionnels et bio analysés (un aliment peut être représenté au plus par deux échantillons conventionnels et deux échantillons bio), le taux de détection et le taux de quantification, et la moyenne des concentrations de l'ensemble des échantillons sous l'hypothèse basse (LB) et haute (UB). La moyenne est suivie par la concentration minimale et maximale, ainsi que la médiane, les premier et troisième quartiles si le nombre d'échantillons est suffisant (au minimum 3 échantillons pour la médiane et 5 échantillons pour les quartiles). Ces derniers indicateurs sont présentés sous l'hypothèse basse, et dans le cas où les résultats sont non détectés ou non quantifiés, ils

¹² <https://edlists.org/the-ed-lists>

¹³ Database of Endocrine Disrupting chemicals and their Toxicity profiles. <https://cb.imsc.res.in/deduct/>

sont indiqués « ND » ou « NQ » respectivement. Seuls les groupes dont au moins un échantillon a été analysé pour chaque substance sont indiqués.

Les concentrations sont systématiquement exprimées en poids frais, c'est-à-dire sur l'aliment tel que consommé.

A l'issue de la publication de l'avis final de l'étude, les résultats des analyses des échantillons pour l'ensemble des substances étudiées dans l'EAT3 seront partagés *via* l'entrepôt national dédié aux données utilisées à des fins de recherche en vertu du principe de science ouverte.

6.3 Évaluation des expositions

Dans cette partie, les résultats d'exposition sont présentés pour l'ensemble de la population française, pour les enfants (3 à 17 ans) et les adultes (18 ans et plus), sous les hypothèses basse et hautes (LB/UB) le cas échéant, en prenant en compte la consommation en bio, et les pondérations issues du plan de sondage d'INCA3.

Les expositions sont présentées dans un tableau de synthèse sous forme d'une moyenne accompagnée de son intervalle de confiance à 95 % (Figure 3). L'incertitude du 95^e centile est quant à elle décrite en calculant un intervalle de confiance à 95 % qui reflète l'incertitude liée à la consommation d'aliments bio (cf. 5.2. Calcul des expositions).

En cas de différence significative, la différence relative entre l'exposition moyenne EAT3 et l'exposition moyenne EAT2 est présentée dans le texte.

6.4 Contributeurs à l'exposition

Les contributions minimales et maximales des groupes d'aliments à l'exposition alimentaire moyenne chez les enfants et les adultes sont également présentées dans un tableau. Le pourcentage minimal représente le 2,5^e centile des 1000 contributions minimales et le pourcentage maximal représente le 97,5^e centile des 1000 contributions maximales (cf. 6.4. Contributeurs à l'exposition). Les principaux contributeurs sont cités dans le texte.

Le cas échéant, pour les substances pour lesquelles une VTR à seuil est retenue, les contributions minimales et maximales des groupes d'aliments à l'exposition moyenne chez les individus dont l'exposition individuelle dépasse la VTR sont présentées en annexe.

Lorsque le taux de censure est élevé, les écarts entre les contributions minimales et maximales sont très grands pour de nombreux voire tous les groupes d'aliments (par exemple, entre 0 et 60 %). Ces écarts sont liés aux niveaux de consommation des aliments et aux limites analytiques plutôt qu'aux concentrations réelles. Dans ce cas, il est indiqué que le taux de censure élevé ne permet pas d'identifier les principaux aliments ou groupes d'aliments contributeurs à l'exposition moyenne à la substance, et le tableau des contributions est présenté dans l'Annexe 3.

6.5 Caractérisation du risque

Dans cette partie sont décrits les dépassements de la VTR (ou autre valeur repère, VR) ou la MOE de la population enfant et adulte, sous les hypothèses basse et haute (LB/UB) le cas

échéant, afin de conclure sur le risque ou le niveau de préoccupation sanitaire, comme décrit dans le rapport méthode (Anses 2024b).

La proportion d'individus dont l'exposition dépasse la VTR (ou autre valeur repère) ou les MOE pour l'exposition moyenne et au 95^e centile sont présentées dans le même tableau de synthèse que les expositions, sous forme de moyennes des 1000 simulations accompagnées de leur intervalle de confiance à 95 %. L'intervalle de confiance de la proportion moyenne de dépassement de la valeur de référence est calculé à partir du 2,5^e centile des bornes basses et du 97,5^e centile des bornes hautes de l'intervalle de confiance à 95 % des proportions de dépassement de chaque simulation. L'intervalle de confiance des MOE moyennes est quant à lui défini à partir du 2,5^e centile et du 97,5^e centile des 1000 MOE.

En cas de dépassement de la VTR, le facteur moyen de dépassement de la VTR chez les individus dont l'exposition individuelle est supérieure à la VTR est précisé dans le corps du texte. Ce facteur moyen est calculé à partir de l'ensemble des simulations.

En cas de différence significative, la différence entre la proportion d'individus dont l'exposition dépasse la VTR dans l'EAT3 et dans l'EAT2 en point de pourcentage est présentée dans le texte.

7 Résultats

7.1 Acrylamide

L'acrylamide est un composé organique néoformé. Il apparaît lors des procédés de cuisson à haute température (supérieure à 120°C) comme la friture ou le rôtissage (EFSA 2015). L'acrylamide se forme au cours de la réaction de Maillard, également responsable de la couleur dorée des aliments dans les denrées riches en amidon ou en sucres réducteurs, et en acides aminés comme l'asparagine. Ainsi les pommes de terre (frites, sautées ou chips), les biscuits et le café sont les denrées les plus susceptibles d'être contaminées. La fumée de tabac et certaines applications industrielles (comme l'utilisation de polyacrylamides en tant que floculant dans les filières de potabilisation de l'eau) sont aussi des sources d'exposition à l'acrylamide (EFSA 2015). Le règlement (UE) 2017/2158 établit des mesures d'atténuation et des teneurs de référence pour la réduction de la présence d'acrylamide dans les denrées alimentaires (Commission Européenne, 2017). En France, la limite de qualité de l'acrylamide dans les eaux destinées à la consommation humaine et les eaux de source est fixée à 0,10 µg/L (*Arrêté du 14 mars 2007 ; Arrêté du 11 janvier 2007 modifié ; Commission Européenne 2020*). Il n'y a pas de limite fixée pour les eaux minérales naturelles.

■ Caractérisation du danger

Chez l'animal, l'acrylamide est presque totalement absorbé par le tractus gastro-intestinal après ingestion. Il est largement distribué dans l'organisme et traverse la barrière placentaire. La principale voie d'élimination est urinaire (EFSA 2015).

La génotoxicité de l'acrylamide est liée à sa conversion en un métabolite, le glycidamide.

Le CIRC¹⁴ a classé l'acrylamide comme « probablement cancérogène pour l'Homme » (groupe 2A) en 1994. La toxicité de l'acrylamide cible également le système nerveux.

En ce qui concerne le potentiel de perturbation endocrinienne, l'acrylamide est classé dans la base DEDuCT¹⁵ (catégorie III : « effets PE rapportés uniquement *in vivo* chez les rongeurs »).

Le CES ERCA a retenu deux valeurs repères pour l'acrylamide (Tableau 7), l'une pour les effets à seuil (neurotoxiques) et l'autre pour les effets sans seuil (cancérogènes). Sur la base d'études de toxicité chez les rongeurs, la BMDL₁₀ est de 0,43 mg (kg pc)⁻¹ j⁻¹ pour les effets neurotoxiques (dégénérescence du nerf sciatique) et la BMDL₁₀ est de 0,17 mg (kg pc)⁻¹ j⁻¹ pour les effets cancérogènes (adénocarcinome de la glande de Harder). Ces valeurs ont été retenues pour la robustesse de leur étude clé respective et par ailleurs, il s'agit de l'évaluation la plus récente (EFSA 2015). Les autres valeurs repères identifiées et non retenues figurent en Annexe 1.

¹⁴ <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>

¹⁵ <https://cb.imsc.res.in/deduct/>

Tableau 7 : Valeurs repères sélectionnées pour l'acrylamide

Organisme (année)		EFSA (2015)	EFSA (2015)
Nom et valeur		BMDL ₁₀ = 0,43 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹	BMDL ₁₀ = 0,17 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹
Population cible		Population générale	Population générale
Effet critique		Dégénérescence du nerf sciatique	Adénocarcinome de la glande de Harder
Étude clé	Référence(s)	NTP (2012)	NTP (2012)
	Population de l'étude ou espèce	Rats	Souris
	Durée d'exposition	2 ans	2 ans
Marge d'exposition critique		125	10 000

BMDL : Benchmark dose lower bound

■ Description des concentrations dans les aliments

L'acrylamide est détecté dans 65 % des 311 échantillons analysés. La synthèse des concentrations par groupe d'aliments est présentée dans le Tableau 8. Selon les matrices, les limites de détection et de quantification varient de 3 à 20 µg/kg et de 10 à 20 µg/kg, respectivement. Les concentrations quantifiées les plus basses (10 µg/kg) sont retrouvées dans des échantillons de pain et panification sèche raffinés et complets ou semi-complets. Les concentrations les plus élevées sont retrouvées dans des échantillons de poivre (861 et 1000 µg/kg) du groupe « condiments, herbes et épices », de frites (449 et 720 µg/kg) et de pommes de terre sautées (entre 467 et 665 µg/kg) du groupe « pommes de terre », et de chips de pomme de terre (357 et 430 µg/kg) du groupe « chips et biscuits salés ». Un échantillon de frites dépasse la teneur de référence de 500 µg/kg fixée par la réglementation (Commission Européenne, 2017). Pour rappel, les échantillons de l'EAT3 sont constitués de sous-échantillons qui reflètent les pratiques d'achat (lieux d'approvisionnement, rayons d'achat, marques, etc.) et de préparation (par exemple, modes de cuisson) des consommateurs (Anses 2024b). Aussi, les aliments analysés sont préparés tels que le consommateur les prépare chez lui, en suivant les données recueillies dans l'étude INCA3.

Les niveaux de concentration des aliments de l'EAT3 sont plus bas que ceux des aliments de l'EAT2 (Anses 2011b), en moyenne de -47 %, IC95% [-62 ; -26] (p<0,01) (cf. 5.1.2. Estimation des évolutions entre EAT2 et EAT3). Les diminutions les plus importantes entre les deux EAT sont observées pour les biscuits naturels (-97 %), les biscuits salés (-95%), les barres chocolatées (-87 %), ainsi que le café (-89 % pour le café soluble et -93 % pour le café non soluble) dans lequel l'acrylamide n'est plus quantifié dans l'EAT3.

Aucune différence statistiquement significative n'apparaît entre les concentrations en acrylamide dans les aliments bio et conventionnels (p>0,1) (cf. 5.1.3. Concentrations selon le type d'agriculture).

Par ailleurs, il est noté que de l'acrylamide est présent dans certains groupes d'aliments pour lesquels aucune mesure d'atténuation ou teneur de référence n'ont été établies dans le règlement Européen (Commission Européenne, 2017) comme les épices, noix et fruits oléagineux, fruits frais. Aucune comparaison n'est possible avec l'EAT2 pour ces aliments dans la mesure où ils n'avaient pas été échantillonnés ou analysés dans l'EAT2.

Tableau 8 : Estimation de la concentration en acrylamide dans les aliments (µg/kg poids frais)

Groupes d'aliments (Nb aliments)	Nb ech (conv/bio)	% détection	% quantification	Moy (LB-UB)*	Min	P25	P50	P75	Max
Pain et panification sèche raffinés (5)	9/9	100	83	22-23	NQ	10	16	22	87
Pain et panification sèche complets ou semi-complets (4)	6/6	100	75	22-24	NQ	NQ	16	38	57
Céréales pour petit déjeuner (8)	8/8	100	75	36-40	NQ	NQ	30	48	120
Pâtes, riz, blé raffinés (1)	1/1	0	0	0-10	ND	-	-	-	ND
Pâtes, riz, blé complets et semi-complets (1)	1/1	0	0	0-10	ND	-	-	-	ND
Viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés (16)	26/22	98	58	21-24	ND	NQ	12	22	140
Entremets et crèmes desserts (5)	9/9	22	0	0,97-7,9	ND	ND	ND	ND	NQ
Glaces, desserts glacés et sorbets (1)	1/1	100	0	5,0-20	NQ	-	-	-	NQ
Volailles (2)	4/4	25	25	8,5-24	ND	ND	ND	NQ	38
Poissons (1)	1/0	0	0	0-20	ND	-	-	-	ND
Crustacés et mollusques (1)	1/0	0	0	0-20	ND	-	-	-	ND
Pommes de terre (5)	9/8	100	65	240	NQ	NQ	94	470	720
Fruits frais, au sirop et compotes (17)	24/23	38	2,1	1,8-6,1	ND	ND	ND	NQ	35
Noix et fruits oléagineux (3)	4/4	50	50	20-30	ND	ND	NQ	40	49
Confiserie et chocolat (8)	8/4	50	50	20-30	ND	ND	NQ	27	120
Sucre et matières sucrantes (1)	1/1	0	0	0-3,0	ND	-	-	-	ND
Boissons alcoolisées (1)	1/1	0	0	0-20	ND	-	-	-	ND
Boissons chaudes (8)	11/11	32	4,5	2,5-10	ND	ND	ND	NQ	24
Plats à base de viandes (2)	4/4	25	25	6,8-17	ND	ND	ND	NQ	28
Plats à base de poissons (2)	2/0	0	0	0-20	ND	-	-	-	ND
Plats à base de pommes de terre ou de céréales (5)	9/9	39	28	21-34	ND	ND	ND	NQ	150
Salades composées (1)	1/1	0	0	0-20	ND	-	-	-	ND
Sandwich, pizzas et tartes salées (9)	16/12	93	68	15-17	ND	NQ	14	20	50
Chips et biscuits salés (3)	3/2	100	100	220	27	32	230	360	430
Condiments, herbes et épices (4)	5/5	100	100	250	12	28	43	260	1000

Dans ce tableau, les statistiques descriptives portent sur l'ensemble des échantillons analysés, bio et conventionnels confondus. Nb : nombre, ech : échantillon EAT3, conv : conventionnel, bio : biologique, LB : *lowerbound*, UB : *upperbound*, *Si LB=UB, une seule valeur est présentée, ND : non détecté, NQ : non quantifié, - : non calculé en raison d'un trop faible effectif

■ Évaluation des expositions

Chez les enfants, l'exposition moyenne à l'acrylamide est comprise entre $0,53 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (LB) et $0,64 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (UB) (Tableau 9). Au 95^e centile, elle est comprise entre $1,5 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (LB) et $1,7 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (UB).

Chez les adultes, l'exposition moyenne est comprise entre $0,23 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (LB) et $0,32 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (UB). Au 95^e centile, l'exposition est comprise entre $0,76 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (LB) et $0,88 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (UB).

Chez les enfants, l'exposition moyenne a diminué de façon statistiquement significative par rapport à celle précédemment estimée lors de l'EAT2 (Anses 2011b) en LB uniquement (-23 %, $p < 0,05$). La différence n'est pas significative en UB. Chez les adultes, l'exposition moyenne a diminué de façon statistiquement significative quelle que soit l'hypothèse LB/UB (entre -46 et -26 %, $p < 0,05$).

Tableau 9 : Synthèse des résultats d'exposition à l'acrylamide et marges d'exposition (estimations et intervalle de confiance à 95%)

		Exposition ($\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$)		Marges d'exposition pour les effets neurotoxiques ¹	Marges d'exposition pour les effets cancérogènes ²
Enfants	LB	Moyenne	0,53 [0,46 - 0,60]	814 [810 - 821]	322 [320 - 325]
		95 ^e centile	1,5 [1,5 - 1,6]	279 [274 - 280]	110 [108 - 111]
	UB	Moyenne	0,64 [0,57 - 0,71]	674 [670 - 678]	266 [265 - 268]
		95 ^e centile	1,7 [1,7 - 1,7]	250 [248 - 256]	99 [98 - 101]
Adultes	LB	Moyenne	0,23 [0,20 - 0,26]	1863 [1855 - 1872]	737 [733 - 740]
		95 ^e centile	0,76 [0,74 - 0,77]	569 [561 - 581]	225 [222 - 230]
	UB	Moyenne	0,32 [0,29 - 0,35]	1348 [1344 - 1353]	533 [531 - 535]
		95 ^e centile	0,88 [0,85 - 0,90]	489 [477 - 503]	193 [189 - 199]

LB : lowerbound, UB : upperbound

¹ BMDL₁₀ = $0,43 \text{ mg (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$, marge d'exposition critique = 125

² BMDL₁₀ = $0,17 \text{ mg (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$, marge d'exposition critique = 10 000

■ Contributeurs à l'exposition

Les principaux aliments ou groupes d'aliments contributeurs à l'exposition moyenne à l'acrylamide (cf. 5.3. Calcul de la contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne) sont, de manière similaire aux résultats de l'EAT2, les pommes de terre, responsables de 56 à 68 % (minimum – maximum) de l'exposition des enfants et 47 à 65 % de l'exposition des adultes (Tableau 10). Plus précisément, dans le groupe des pommes de terre, les frites contribuent à hauteur de 31 à 38 % chez les enfants et 23 à 33 % chez les adultes, les pommes de terre sautées à hauteur de 21 à 26 % chez les enfants et 20 à 28 % chez les adultes. Dans une moindre mesure, les pains et panification sèche raffinés (enfants : 4,1 à 5,3 % ; adultes : 8,2 à 12 %), les viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés (enfants : 6,6 à 9,1 % ; adultes : 3,7 à 6 %) et les chips et biscuits salés (enfants : 4,1 à 5,1 % ; adultes : 2,2 à 3,1 %) contribuent également à l'exposition. Chez les adultes, les

boissons chaudes peuvent contribuer jusqu'à 17 % à l'exposition. Cette contribution est en diminution par rapport à l'EAT2 (11 points de pourcentage de moins), du fait notamment de la baisse des concentrations de l'acrylamide dans le café.

Tableau 10 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne à l'acrylamide (% min – % max)

Groupes d'aliments	Enfants	Adultes
Pain et panification sèche raffinés	4,1 - 5,3	8,2 - 12
Pain et panification sèche complets ou semi-complets	0,22 - 0,3	0,64 - 0,98
Céréales pour petit déjeuner	1,6 - 2,4	0,74 - 1,2
Pâtes, riz, blé raffinés	0 - 1,8	0 - 1,4
Pâtes, riz, blé complets et semi-complets	0 - <0,10	0 - <0,10
Viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés	6,6 - 9,1	3,7 - 6,0
Entremets et crèmes desserts	0,27 - 1,8	0,12 - 1,0
Glaces, desserts glacés et sorbets	0,14 - 0,66	<0,10 - 0,5
Volailles	1,3 - 2,8	1,1 - 3,0
Poissons	0 - 0,78	0 - 0,37
Crustacés et mollusques	0 - <0,10	0 - 0,10
Pommes de terre	56 - 68	47 - 65
Fruits frais, au sirop et compotes	0,57 - 3,5	0,66 - 4,2
Noix et fruits oléagineux	<0,10 - 0,14	<0,10 - 0,40
Confiserie et chocolat	1,5 - 2,4	0,81 - 1,5
Sucre et matières sucrantes	0 - <0,10	0 - 0,19
Eau du robinet	<0,10 - 0,20	<0,10 - 0,26
Boissons alcoolisées	0 - <0,10	0 - 4,2
Boissons chaudes	0,14 - 4,5	1,1 - 17
Plats à base de viandes	0,17 - 0,55	0,14 - 0,25
Plats à base de poissons	0 - 0,28	0 - 0,13
Plats à base de pommes de terre ou de céréales	3,2 - 6,2	2,4 - 5,6
Salades composées	0 - 0,16	0 - 0,19
Sandwich, pizzas et tartes salées	1,9 - 3,1	2,3 - 4,1
Chips et biscuits salés	4,1 - 5,1	2,2 - 3,1
Condiments, herbes et épices	0,36 - 0,44	1,1 - 1,5

■ Caractérisation du risque

Pour les effets neurotoxiques (BMDL₁₀ de 0,43 mg (kg pc)⁻¹ j⁻¹), selon l'hypothèse LB/UB, les marges d'exposition (MOE) chez les enfants sont comprises entre 674 et 814 pour l'exposition moyenne et entre 250 et 279 pour l'exposition au 95^e centile (Tableau 9). Chez les adultes, elles sont comprises entre 1348 et 1863 pour l'exposition moyenne et entre 489 et 569 pour l'exposition au 95^e centile. Ces MOE sont supérieures à la marge d'exposition critique de 125 (Tableau 7) quelle que soit l'hypothèse retenue.

Pour les effets cancérogènes (BMDL₁₀ de 0,17 mg (kg pc)⁻¹ j⁻¹), selon l'hypothèse LB/UB, les marges d'exposition chez les enfants sont comprises entre 266 et 322 pour l'exposition moyenne et entre 99 et 110 pour l'exposition au 95^e centile (Tableau 9). Chez les adultes, elles sont comprises entre 533 et 737 pour l'exposition moyenne et entre 193 et 225 pour l'exposition au 95^e centile. Ces MOE sont inférieures à la marge d'exposition critique de 10 000 (Tableau 7) quelle que soit l'hypothèse retenue.

■ Conclusion et recommandations

Au regard des effets neurotoxiques, l'acrylamide ne suscite pas de préoccupation sanitaire quelle que soit l'hypothèse (LB/UB). En revanche, au regard des effets cancérogènes, l'acrylamide suscite une préoccupation sanitaire quelle que soit l'hypothèse.

Il convient de souligner qu'une diminution des concentrations en acrylamide dans les aliments les plus contaminés et/ou principaux contributeurs à l'exposition a été observée par rapport à l'EAT2. Ces réductions reflèteraient l'efficacité des mesures d'atténuation mises en œuvre par les exploitants du secteur alimentaire pour diminuer la présence d'acrylamide dans les denrées alimentaires depuis quelques années (Commission Européenne 2017).

Cependant, au vu des résultats de l'évaluation des risques pour les effets cancérogènes, il convient de poursuivre les efforts afin de réduire les concentrations en acrylamide dans les denrées alimentaires, en particulier dans les principaux contributeurs, c'est-à-dire les frites et pommes de terre sautées.

Par ailleurs, il convient de souligner la mise en évidence de potentiels contributeurs à l'exposition non listés dans le règlement UE (notamment le poivre, les épices, et les fruits frais, au sirop et compotes) pour lesquels des études complémentaires sont nécessaires pour conforter ces résultats et comprendre l'origine de l'acrylamide dans ces groupes d'aliments.

7.2 Aluminium

L'aluminium (Al) est l'élément métallique le plus abondant de la croûte terrestre et il est présent naturellement dans les sols. Il est utilisé dans le secteur des transports, du bâtiment et des emballages, notamment alimentaires (conserves, cannettes, barquettes) (INERIS 2024a). L'aluminium et ses composés sont également utilisés dans les cosmétiques, l'industrie agro-alimentaire, les traitements de potabilisation de l'eau¹⁶, le milieu médical ou en tant que retardateur de flamme. La principale voie d'exposition est l'alimentation (EFSA 2008).

L'aluminium est autorisé en tant qu'additif alimentaire (E173, *quantum satis* pour l'enrobage extérieur de confiseries et pour la décoration de gâteaux et pâtisseries) ou en tant que substance présente dans les additifs alimentaires. Le règlement (CE) N°1333/2008 du Parlement Européen et du Conseil sur les additifs alimentaires établit la liste des additifs dans lesquels l'aluminium est autorisé (environ 20% de l'ensemble des additifs autorisés au niveau UE) (Parlement Européen 2008). Le règlement UE 2012/231 de la Commission du 9 mars 2012 établit les spécifications sur la contenance en aluminium dans ces additifs, ou de composés de l'aluminium ou de laques aluminiques éventuellement présents (Commission Européenne 2012). Par ailleurs, le règlement 10/2011 de la Commission du 14 janvier 2011 liste les composés de l'aluminium autorisés comme additif ou auxiliaire de production de polymères autorisés dans les matériaux et objets en plastique destinés à entrer en contact avec les aliments (Commission Européenne 2011). Dans les EDCH et les eaux de source, une référence de qualité est fixée à 200 µg/L pour l'aluminium total (*Arrêté du 11 janvier 2007 modifié ; Annexe 1, tableau B-2 de l'Arrêté du 14 mars 2007 modifié*).

L'étude de biosurveillance Esteban (2014-2016) de Santé publique France montre que l'aluminium est quantifié dans les urines de plus de 98 % des adultes et des enfants (Fillol et al. 2021). La moyenne géométrique de la concentration urinaire s'élève à 14 µg Al.g⁻¹ créatinine chez les adultes et à 9,8 µg Al.g⁻¹ créatinine chez les enfants¹⁷. Les auteurs soulignent toutefois des problèmes de dosage liés à la contamination environnementale, et suggèrent d'interpréter ces résultats avec précaution.

■ Caractérisation du danger

Chez l'Homme, après exposition orale, l'absorption de l'aluminium est très faible, comprise entre 0,1 et 0,3 %. Cette absorption est modulée par des substances présentes dans l'alimentation, telles que le citrate, qui augmente l'absorption, et le phosphate, qui la diminue (Anses 2024a). Une fois dans l'organisme, l'aluminium se lie aux protéines sanguines (80 % étant lié à la transferrine et 10 % à l'albumine), et est distribué dans tous les tissus. Les concentrations d'aluminium sont importantes dans les os, les reins et la moelle épinière, et plus faibles dans le cerveau. L'aluminium absorbé est principalement éliminé par l'urine (95 %). La demi-vie plasmatique est de quelques heures (Anses 2024a).

L'exposition à l'aluminium par voie orale peut entraîner des effets neurotoxiques, neurodéveloppementaux, osseux et hématologiques. Les données obtenues chez l'animal

¹⁶ L'aluminium entre dans la composition de réactifs (type sulfate d'aluminium) utilisés lors de l'étape de coagulation-floculation dans les filières de potabilisation de l'eau

¹⁷ A noter que l'Anses a publié en 2025 une VTR interne pour la population générale de 13,3 µg.g⁻¹ créatinine (Anses 2024a)

montrent qu'une diminution des performances cognitives (apprentissage et mémorisation) est identifiée comme l'effet le plus sensible (Anses 2024a).

L'aluminium n'a pas été évalué par CIRC¹⁸ quant à son potentiel cancérigène dans le cadre d'une exposition par voie alimentaire. Seul le processus de production d'aluminium a été classé en 2012 en groupe 1 « cancérigène pour l'Homme » compte tenu des études épidémiologiques indiquant un risque accru de cancers du poumon et de la vessie chez les travailleurs de ce secteur.

Concernant le potentiel de perturbation endocrinienne, l'aluminium n'est pas référencé dans DEDuCT¹⁹ ni dans les ED lists²⁰.

La VTR la plus récente étant celle établie par l'Anses en 2025, elle a donc été retenue (Tableau 11). Il s'agit d'une VTR_{Long terme, orale} de 40 µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹ sur la base d'une diminution des performances cognitives (apprentissage et mémorisation) chez les rats (Anses 2024a). Cette VTR repose sur une étude clé et une méthode de calcul robustes ainsi que sur des preuves suffisantes quant à l'effet critique. Les autres valeurs repères identifiées et non retenues figurent en Annexe 1.

Tableau 11 : Valeur repère sélectionnée pour l'aluminium

Organisme (année)		Anses (2024a)
Nom et valeur		VTR _{Long terme, orale} * = 40 µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹
Population cible		Population générale
Effet critique		Neurotoxicité (diminution des performances cognitives - apprentissage et mémorisation)
Étude clé	Référence(s)	Cao et al. (2016)
	Population de l'étude ou espèce	Rats
	Durée d'exposition	3 mois
Point de départ (PoD)		NOAEL = 10 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹
Ajustement		NOAEL _{HED} = 2,83 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹
Facteur d'incertitude		79 (FI _A = 2,5, FI _H = 10, FI _S = √10)

* : selon la terminologie de l'Anses (2025), NOAEL : *No-observed adverse effect level*, HED : *Human equivalent dose*, FI_A : Facteur d'incertitude lié à la variabilité inter-espèces, FI_H : Facteur d'incertitude lié à la variabilité interindividuelle, FI_S : Facteur d'incertitude lié à une transposition d'une exposition moyen terme à une exposition long terme

■ Description des concentrations dans les aliments

L'aluminium est détecté dans 99,9 % des 718 échantillons analysés. La synthèse des concentrations par groupe d'aliments est présentée dans le Tableau 12. Selon les matrices, les limites de détection et de quantification varient de 0,38 à 50 µg/kg et de 1,25 à 167 µg/kg, respectivement.

¹⁸ <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>

¹⁹ <https://cb.imsc.res.in/deduct/>

²⁰ <https://edlists.org/the-ed-lists>

Tableau 12 : Estimation de la concentration en aluminium dans les aliments (mg/kg poids frais)

Groupes d'aliments (Nb aliments)	Nb ech (conv/bio)	% détec- tion	% quanti- fication	Moy (LB-UB)*	Min	p25	p50	p75	Max
Pain et panification sèche raffinés (5)	9/9	100	100	4,1	1,6	2,7	4,3	5,3	7,6
Pain et panification sèche complets ou semi-complets (4)	6/6	100	100	4,0	1,9	2,1	3,9	5,7	6,7
Céréales pour petit déjeuner (8)	8/8	100	100	6,1	0,29	1,8	4,8	9,8	20
Pâtes, riz, blé raffinés (3)	3/3	100	100	1,2	0,32	0,43	0,8	1,7	2,8
Pâtes, riz, blé complets et semi-complets (3)	3/3	100	100	1,9	0,49	0,97	1,2	1,6	5,8
Viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés (16)	26/22	100	100	3,9	0,96	1,9	2,9	4,6	11
Laits (3)	4/4	100	100	0,052	0,035	0,042	0,046	0,06	0,087
Yaourts et fromages blancs (11)	21/17	100	89	0,32-0,33	NQ	0,13	0,23	0,4	1,0
Fromages (8)	15/15	100	100	0,4	0,091	0,2	0,3	0,53	1,1
Entremets et crèmes desserts (5)	9/9	100	100	1,7	0,1	0,22	0,44	1,5	6,9
Glaces, desserts glacés et sorbets (2)	2/2	100	100	1,3	0,68	-	0,9	-	2,6
Matières grasses animales (4)	8/6	100	64	0,26-0,28	NQ	NQ	0,13	0,35	1,1
Matières grasses végétales (5)	6/7	92	62	0,23-0,25	ND	NQ	0,24	0,29	0,69
Œufs et plats à base d'œufs (2)	4/4	100	100	0,33	0,085	0,1	0,29	0,46	0,76
Viandes (hors volailles) (5)	10/10	100	100	0,35	0,15	0,24	0,32	0,44	0,77
Volailles (3)	6/4	100	100	0,43	0,2	0,29	0,38	0,48	0,99
Charcuterie (9)	15/14	100	100	1,9	0,096	0,22	0,84	2,1	12
Abats (5)	5/3	100	100	1,5	0,18	0,23	1,2	2,6	3,5
Poissons (9)	13/4	100	94	0,86	NQ	0,12	0,19	0,3	11
Crustacés et mollusques (6)	7/2	100	100	21	1,2	5,1	23	36	40
Légumes (24)	37/37	100	99	3,1	NQ	0,46	1,6	3,5	21
Légumineuses (3)	2/3	100	100	3,4	1,3	2	3,2	4,1	6,1
Pommes de terre (5)	9/8	100	100	1,2	0,18	0,51	0,8	2,2	3,8
Fruits frais, au sirop et compotes (17)	24/23	100	100	0,66	0,12	0,24	0,47	1,0	2,8
Noix et fruits oléagineux (3)	4/4	100	100	1,8	0,76	0,95	1,3	2,1	4,2
Confiserie et chocolat (8)	8/4	100	100	14	0,25	7,1	9,6	15	49
Sucre et matières sucrantes (3)	3/3	100	100	0,87	0,38	0,51	0,87	0,99	1,7
Eaux embouteillées (10)	10/0	100	100	0,0056	0,0014	0,0033	0,0049	0,0068	0,013
Boissons rafraîchissantes sans alcool (7)	7/0	100	86	0,31	NQ	0,05	0,076	0,16	1,6
Jus de fruits (6)	10/10	100	100	0,33	0,077	0,13	0,18	0,48	1,2
Boissons alcoolisées (6)	6/3	100	89	0,39	0,051	0,12	0,36	0,56	0,85
Boissons chaudes (8)	11/11	100	100	1,2	0,05	0,1	0,34	1,6	6,3
Soupes (1)	1/1	100	100	1,5	1,3	-	-	-	1,7
Plats à base de viandes (7)	12/12	100	100	1,9	0,99	1,2	2,0	2,3	4,8
Plats à base de poissons (5)	5/0	100	100	1,2	0,45	0,49	1,0	1,4	2,8
Plats à base de légumes (4)	5/5	100	100	2,2	0,66	0,99	2	2,6	5,5
Plats à base de pommes de terre ou de céréales (7)	12/12	100	100	1,4	0,41	0,83	1,4	1,8	3,1
Salades composées (7)	8/6	100	100	1,7	0,29	1,0	1,4	2,3	4,8
Sandwich, pizzas et tartes salées (9)	16/12	100	100	2,6	0,95	1,5	2,3	3,0	5,9
Chips et biscuits salés (3)	3/2	100	100	4,1	2,5	3,0	3,4	4,8	6,6
Substituts de produits animaux à base de soja et autres végétaux (4)	4/4	100	100	2,2	0,49	0,63	0,99	4,0	5,4
Sauces chaudes et froides (4)	6/6	100	100	3,3	0,39	0,78	2,5	6,1	7,9
Condiments, herbes et épices (8)	9/8	100	100	120	0,94	1,9	60	130	550

Dans ce tableau, les statistiques descriptives portent sur l'ensemble des échantillons analysés, bio et conventionnels confondus. Nb : nombre, ech : échantillon EAT3, conv : conventionnel, bio : biologique, LB : *lowerbound*, UB : *upperbound*,

*Si LB=UB, une seule valeur est présentée, ND : non détecté, NQ : non quantifié, - : non calculé en raison d'un trop faible effectif

Les concentrations les plus élevées sont retrouvées dans des échantillons du groupe « condiments, herbes et épices ». Il s'agit notamment d'échantillons d'herbes aromatiques

(48 à 550 mg/kg), d'épices (224 à 231 mg/kg) de sel (68,0 mg/kg) et de poivre (60,4 et 127 mg/kg).

Les niveaux de concentration en aluminium des aliments de l'EAT3 sont inférieurs à ceux des aliments de l'EAT2 (Anses 2011a), en moyenne de -46 %, IC_{95%} [-55 ; -36] (p<0,01) (cf. 5.1.2. Estimation des évolutions entre EAT2 et EAT3). Les diminutions concernent 72 % des aliments, les plus importantes étant observées pour des boissons, notamment des eaux embouteillées (minérales et de source), des boissons rafraichissantes sans alcool et du lait (-88 à -99 %). En revanche, la concentration a augmenté pour 28 % des aliments. Il s'agit notamment de produits céréaliers comme les céréales pour petit déjeuner, et de légumes comme les radis ou les oignons.

Les niveaux de concentration des aliments bio sont plus élevés que ceux des aliments conventionnels, en moyenne de 11 %, IC_{95%} [3,4 ; 20] (p<0,01) (cf. 5.1.3. Concentrations selon le type d'agriculture).

■ Évaluation des expositions

Chez les enfants, l'exposition moyenne à l'aluminium est de 71 µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹ (Tableau 13). Au 95^e centile, l'exposition est de 150 µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹.

Chez les adultes, l'exposition moyenne est de 38 µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹. Au 95^e centile, l'exposition est de 75 µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹.

Chez les enfants, l'exposition moyenne a augmenté de façon statistiquement significative par rapport à celle précédemment estimée lors de l'EAT2 sous l'hypothèse LB uniquement (+17 %, p<0,05) (Anses 2011a). Cette différence s'explique notamment par l'amélioration des limites analytiques depuis l'EAT2 (i.e., baisse des limites analytiques). Sous l'hypothèse UB, l'exposition n'a pas évolué de façon statistiquement significative. Chez les adultes, l'exposition moyenne a diminué de façon statistiquement significative sous l'hypothèse UB (-13 %, p<0,05).

Tableau 13 : Synthèse des résultats d'exposition à l'aluminium et pourcentage de dépassement de la VTR (estimation et intervalle de confiance à 95 %)

		Moyenne (µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹)	95 ^e centile (µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹)	% de dépassement de la VTR (40 µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹)
Enfants	LB = UB	71 [68 - 74]	150 [140 - 150]	76 [73 - 79]
Adultes	LB = UB	38 [37 - 39]	75 [73 - 77]	39 [35 - 42]

VTR : valeur toxicologique de référence, LB : *lowerbound*, UB : *upperbound*

■ Contributeurs à l'exposition

Les principaux groupes d'aliments contributeurs à l'exposition moyenne à l'aluminium (cf. 5.3. Calcul de la contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne) sont les boissons chaudes, responsables de 12 % de l'exposition des enfants et 17 % de celle des adultes, le groupe « pain et panification sèche raffinés », responsable de 10 % de l'exposition des enfants et 17 % de celle des adultes, les viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés, responsables de 17 % de l'exposition des enfants et 8 % de celle des adultes, et les légumes, responsables de 8 % de l'exposition des enfants et 10 % de celle des adultes (Tableau 14). Chez les enfants, les céréales pour petit déjeuner sont responsables de 6 % de l'exposition moyenne ; les confiseries et chocolats contribuent à même hauteur. Chez les adultes, les soupes sont responsables de 5 % de l'exposition moyenne. Chez les individus

dont l'exposition dépasse la VTR, les contributions sont du même ordre de grandeur (Tableau 40 en Annexe 2).

Tableau 14 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne à l'aluminium (% min – % max)

Groupes d'aliments	Enfants	Adultes
Pain et panification sèche raffinés	9,7 - 9,8	17 - 17
Pain et panification sèche complets ou semi-complets	0,39 - 0,4	1,1 - 1,1
Céréales pour petit déjeuner	5,7 - 5,8	1,4 - 1,4
Pâtes, riz, blé raffinés	4,2 - 4,3	2,5 - 2,6
Pâtes, riz, blé complets et semi-complets	0,12 - 0,15	<0,10 - <0,10
Viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés	17 - 17	7,8 - 7,9
Laits	0,32 - 0,33	<0,10 - <0,10
Yaourts et fromages blancs	1,1 - 1,2	0,64 - 0,69
Fromages	0,29 - 0,29	0,39 - 0,39
Entremets et crèmes desserts	3,8 - 3,9	1,6 - 1,6
Glaces, desserts glacés et sorbets	0,68 - 0,73	0,41 - 0,42
Matières grasses animales	<0,10 - <0,10	0,10 - 0,11
Matières grasses végétales	<0,10 - <0,10	<0,10 - <0,10
Oufs et plats à base d'œufs	0,13 - 0,13	0,11 - 0,11
Viandes (hors volailles)	0,41 - 0,42	0,49 - 0,5
Volailles	0,58 - 0,59	0,52 - 0,53
Charcuterie	1,0 - 1,1	1,0 - 1,1
Abats	<0,10 - <0,10	0,25 - 0,25
Poissons	0,46 - 0,46	0,41 - 0,42
Crustacés et mollusques	1,5 - 1,5	1,9 - 2,0
Légumes	7,6 - 7,7	9,9 - 10
Légumineuses	0,63 - 0,65	0,62 - 0,65
Pommes de terre	1,8 - 1,9	1,6 - 1,6
Fruits frais, au sirop et compotes	3,5 - 3,6	2,4 - 2,4
Noix et fruits oléagineux	0,10 - 0,10	0,26 - 0,27
Confiserie et chocolat	5,9 - 6,1	3,6 - 3,7
Sucre et matières sucrantes	0,23 - 0,23	0,61 - 0,63
Eaux embouteillées	<0,10 - <0,10	<0,10 - <0,10
Eau du robinet	0,24 - 0,32	0,24 - 0,34
Boissons rafraîchissantes sans alcool	1,0 - 1,1	1,0 - 1,0
Jus de fruits	1,4 - 1,4	0,65 - 0,67
Boissons alcoolisées	<0,10 - <0,10	1,0 - 1,1
Boissons chaudes	12 - 12	17 - 17
Soupes	2,5 - 2,6	5,1 - 5,2
Plats à base de viandes	1,3 - 1,3	0,97 - 1,0
Plats à base de poissons	0,20 - 0,21	0,13 - 0,14
Plats à base de légumes	0,82 - 0,84	1,2 - 1,2
Plats à base de pommes de terre ou de céréales	3,1 - 3,2	2,6 - 2,7
Salades composées	1,2 - 1,2	3,1 - 3,2
Sandwich, pizzas et tartes salées	3,4 - 3,5	3,7 - 3,9
Chips et biscuits salés	0,49 - 0,52	0,31 - 0,31
Substituts de produits animaux à base de soja et autres végétaux	0,1 - 0,12	0,18 - 0,18
Sauces chaudes et froides	1,4 - 1,4	0,71 - 0,73
Condiments, herbes et épices	2,3 - 2,3	4,2 - 4,3

■ Caractérisation du risque

Quelle que soit l'hypothèse LB/UB, 76 % [73 - 79] des enfants et 39 % [35 - 42] des adultes dépassent la VTR de $40 \mu\text{g kg pc}^{-1} \text{j}^{-1}$ (Tableau 13). Parmi les individus dont l'exposition dépasse la VTR, le niveau d'exposition représente en moyenne 2 fois la VTR chez les enfants et 1,4 fois la VTR chez les adultes.

Dans l'EAT2 (Anses 2011a), une VTR plus élevée avait été utilisée (dose hebdomadaire tolérable provisoire de $1 \text{ mg (kg pc)}^{-1} \text{ sem}^{-1}$ (JECFA 2007), soit environ $143 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{j}^{-1}$). Chez les enfants, il était observé 1,6 % de dépassements de la VTR, et 0,2 % chez les adultes. Cependant, en tenant compte de la nouvelle VTR retenue pour l'EAT3, le pourcentage de dépassement de la VTR n'a pas évolué de façon statistiquement significative chez les enfants par rapport à celui réestimé à partir des expositions de l'EAT2 (Anses 2011a), quelle que soit l'hypothèse LB/UB. Chez les adultes, ce pourcentage a diminué de façon statistiquement significative sous l'hypothèse UB uniquement (-12,9 points de pourcentage, $p < 0,05$).

■ Conclusion et recommandations

Compte tenu des dépassements de la VTR observés chez les enfants et les adultes, il y a un risque lié à l'exposition à l'aluminium. Les principaux contributeurs à l'exposition moyenne sont les boissons chaudes, le groupe « pain et panification sèche raffinés », les viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés, les légumes, les céréales de petit déjeuner et les confiseries et chocolats. Il convient de poursuivre les efforts afin de réduire les concentrations en aluminium dans ces denrées alimentaires.

7.3 Argent

L'argent (Ag) est un métal naturellement présent dans l'écorce terrestre. Il est utilisé dans la fabrication de dispositifs électroniques et d'alliages, pour ses propriétés de conducteur électrique et thermique, mais aussi pour la métallurgie, l'argenterie ou la bijouterie, ou encore en milieu médical pour ses propriétés antiseptiques et désinfectantes. Dans le domaine agro-alimentaire, il est autorisé pour certains usages biocides dans l'attente de sa réévaluation, et comme additif (E174-colorant) en *quantum satis*, principalement pour la décoration de surface des confiseries et chocolats, par le Règlement (CE) 1333/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 sur les additifs alimentaires (Parlement Européen 2008). La principale voie d'exposition à l'argent est l'ingestion d'eau ou d'aliments contaminés, mais l'exposition professionnelle par inhalation peut le cas échéant représenter une voie d'exposition importante. L'argent n'est pas réglementé dans les EDCH ni dans les eaux conditionnées (eaux de source ou eaux minérales naturelles) en France ni en Europe. En-dehors de son usage en tant qu'additif, l'argent n'est pas réglementé dans les aliments.

■ Caractérisation du danger

Les données disponibles ne permettent pas de décrire la toxicocinétique de l'argent. Chez le rat, deux jours après administration orale, plus de 99% de la quantité d'ions argent ont été excrétés dans les fèces (EFSA 2016).

Les données disponibles ne permettent pas de décrire avec précision la toxicité de l'argent. Toutefois chez l'Homme, le principal effet rapporté après une exposition médicale ou professionnelle à de fortes doses d'argent élémentaire, par ingestion ou inhalation, est l'argyrie (coloration de la peau), qui n'est pas associée à des lésions pathologiques dans un organe cible spécifique. L'exposition aux composés d'argent solubles présents dans les médicaments peut produire des effets toxiques, notamment des lésions hépatiques et rénales, une irritation des yeux, de la peau, des voies respiratoires et intestinales, ainsi que des modifications des cellules sanguines (EFSA 2016).

L'argent n'a pas été évalué par le CIRC²¹ quant à son potentiel cancérigène. En ce qui concerne le potentiel de perturbation endocrinienne, l'argent n'est référencé ni dans DEDuCT²² ni dans les ED lists²³.

Le CES ERCA n'a pas retenu de valeur repère car la seule VTR orale chronique identifiée (US-EPA 1991) est basée sur une étude réalisée par voie intraveineuse, et est jugée non robuste. Les valeurs repères identifiées et non retenues figurent en Annexe 1.

■ Description des concentrations dans les aliments

L'argent est détecté dans 3 % des 718 échantillons analysés. La synthèse des concentrations par groupe d'aliments est présentée dans le Tableau 15 : Estimation de la concentration en argent dans les aliments (µg/kg poids frais). Selon les matrices, les limites de détection et de quantification varient de 0,11 à 15 µg/kg et de 0,38 à 50 µg/kg, respectivement. Il est noté une baisse importante des limites analytiques par rapport à l'EAT2.

²¹ <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>

²² <https://cb.imsc.res.in/deduct/>

²³ <https://edlists.org/the-ed-lists>

Les concentrations les plus élevées sont retrouvées dans des échantillons d'huîtres (700 µg/kg) et de crustacés (hors crevette) (412 µg/kg) du groupe « crustacés et mollusques », et dans des échantillons des champignons (203 et 250 µg/kg) du groupe « légumes ».

Tableau 15 : Estimation de la concentration en argent dans les aliments (µg/kg poids frais)

Groupes d'aliments (Nb aliments)	Nb ech (conv/bi détec- o)	% détec- tion	% quanti- fication	Moy (LB- UB)*	Min	p25	p50	p75	Max
Pain et panification sèche raffinés (5)	9/9	0	0	0-9,0	ND	ND	ND	ND	ND
Pain et panification sèche complets ou semi-complets (4)	6/6	0	0	0-9,0	ND	ND	ND	ND	ND
Céréales pour petit déjeuner (8)	8/8	0	0	0-9,0	ND	ND	ND	ND	ND
Pâtes, riz, blé raffinés (3)	3/3	0	0	0-8,9	ND	ND	ND	ND	ND
Pâtes, riz, blé complets et semi-complets (3)	3/3	0	0	0-8,9	ND	ND	ND	ND	ND
Viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés (16)	26/22	0	0	0-9,0	ND	ND	ND	ND	ND
Laits (3)	4/4	0	0	0-2,2	ND	ND	ND	ND	ND
Yaourts et fromages blancs (11)	21/17	0	0	0-7,5	ND	ND	ND	ND	ND
Fromages (8)	15/15	0	0	0-7,5	ND	ND	ND	ND	ND
Entremets et crèmes desserts (5)	9/9	0	0	0-7,5	ND	ND	ND	ND	ND
Glaces, desserts glacés et sorbets (2)	2/2	0	0	0-7,5	ND	-	ND	-	ND
Matières grasses animales (4)	8/6	0	0	0-8,1	ND	ND	ND	ND	ND
Matières grasses végétales (5)	6/7	0	0	0-14	ND	ND	ND	ND	ND
Oeufs et plats à base d'oeufs (2)	4/4	0	0	0-7,5	ND	ND	ND	ND	ND
Viandes (hors volailles) (5)	10/10	0	0	0-7,5	ND	ND	ND	ND	ND
Volailles (3)	6/4	0	0	0-7,6	ND	ND	ND	ND	ND
Charcuterie (9)	15/14	0	0	0-7,5	ND	ND	ND	ND	ND
Poissons (9)	13/4	0	0	0-7,5	ND	ND	ND	ND	ND
Crustacés et mollusques (6)	7/2	56	22	130-140	ND	ND	NQ	NQ	700
Abats (5)	5/3	25	0	1,9-12	ND	ND	ND	NQ	NQ
Légumes (24)	37/37	4,1	4,1	8,4-16	ND	ND	ND	ND	250
Légumineuses (3)	2/3	0	0	0-7,4	ND	ND	ND	ND	ND
Pommes de terre (5)	9/8	0	0	0-7,5	ND	ND	ND	ND	ND
Fruits frais, au sirop et compotes (17)	24/23	0	0	0-7,0	ND	ND	ND	ND	ND
Noix et fruits oléagineux (3)	4/4	0	0	0-7,6	ND	ND	ND	ND	ND
Confiserie et chocolat (8)	8/4	0	0	0-15	ND	ND	ND	ND	ND
Sucre et matières sucrantes (3)	3/3	0	0	0-15	ND	ND	ND	ND	ND
Eaux embouteillées (10)	10/0	0	0	0-0,12	ND	ND	ND	ND	ND
Boissons rafraîchissantes sans alcool (7)	7/0	14	0	0,32-3,0	ND	ND	ND	ND	NQ
Jus de fruits (6)	10/10	0	0	0-2,2	ND	ND	ND	ND	ND
Boissons alcoolisées (6)	6/3	0	0	0-2,6	ND	ND	ND	ND	ND
Boissons chaudes (8)	11/11	36	0	0,82-4,2	ND	ND	ND	NQ	NQ
Soupes (1)	1/1	0	0	0-7,5	ND	-	-	-	ND
Plats à base de viandes (7)	12/12	0	0	0-7,5	ND	ND	ND	ND	ND
Plats à base de poissons (5)	5/0	0	0	0-7,5	ND	ND	ND	ND	ND
Plats à base de légumes (4)	5/5	0	0	0-7,3	ND	ND	ND	ND	ND
Plats à base de pommes de terre ou de céréales (7)	12/12	0	0	0-7,5	ND	ND	ND	ND	ND
Salades composées (7)	8/6	0	0	0-7,5	ND	ND	ND	ND	ND
Sandwich, pizzas et tartes salées (9)	16/12	0	0	0-7,9	ND	ND	ND	ND	ND
Chips et biscuits salés (3)	3/2	0	0	0-11	ND	ND	ND	ND	ND
Substituts de produits animaux à base de soja et autres végétaux (4)	4/4	12	0	0,28-4,2	ND	ND	ND	ND	NQ
Sauces chaudes et froides (4)	6/6	0	0	0-11	ND	ND	ND	ND	ND
Condiments, herbes et épices (8)	9/8	0	0	0-9,2	ND	ND	ND	ND	ND

Dans ce tableau, les statistiques descriptives portent sur l'ensemble des échantillons analysés, bio et conventionnels confondus. Nb : nombre, ech : échantillon EAT3, conv : conventionnel, bio : biologique, LB : *lowerbound*, UB : *upperbound*,

*Si LB=UB, une seule valeur est présentée, ND : non détecté, NQ : non quantifié, - : non calculé en raison d'un trop faible effectif

Les niveaux de concentration des aliments de l'EAT3 sont plus bas que ceux des aliments de l'EAT2 (Anses 2011a) ($p < 0,01$), mais le très faible taux de détection de l'argent ne permet

pas de quantifier précisément cette baisse (cf. 5.1.2. Estimation des évolutions entre EAT2 et EAT3). Cette diminution concerne la majorité des aliments.

Aucune différence statistiquement significative n'apparaît entre les concentrations en argent dans les aliments bio et conventionnels ($p > 0,1$) (cf. 5.1.3. Concentrations selon le type d'agriculture).

■ Évaluation des expositions

Chez les enfants, l'exposition moyenne à l'argent est comprise entre $0,011 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (LB) et $0,27 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (UB) (Tableau 16). Au 95^e centile, elle est comprise entre $0,026 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (LB) et $0,51 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (UB).

Chez les adultes, l'exposition moyenne est comprise entre $0,023 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (LB) et $0,19 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (UB). Au 95^e centile, l'exposition est comprise entre $0,064 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (LB) et $0,34 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (UB).

Chez les enfants comme chez les adultes, l'exposition moyenne a diminué de façon statistiquement significative par rapport à celle précédemment estimée lors de l'EAT2 (Anses 2011a) quelle que soit l'hypothèse LB/UB (-92 à -99 %, $p < 0,05$).

Tableau 16 : Synthèse des résultats d'exposition à l'argent (estimation et intervalle de confiance à 95 %)

		Moyenne ($\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$)	95 ^e centile ($\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$)
Enfants	LB	0,011 [0,0048 - 0,017]	0,026 [0,025 - 0,027]
	UB	0,27 [0,26 - 0,28]	0,51 [0,51 - 0,52]
Adultes	LB	0,023 [0,019 - 0,027]	0,064 [0,062 - 0,064]
	UB	0,19 [0,18 - 0,19]	0,34 [0,33 - 0,34]

LB : lowerbound, UB : upperbound

■ Contributeurs à l'exposition

Le taux de censure élevé ne permet pas d'identifier les principaux aliments ou groupes d'aliments contributeurs à l'exposition moyenne à l'argent (Tableau 44 en Annexe 3) (cf. 5.3. Calcul de la contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne).

■ Caractérisation du risque

En l'absence de point de départ toxicologique (par manque de données de toxicité par voie orale chez l'animal et chez l'Homme), il n'est pas possible de conclure quant au risque lié à l'exposition à l'argent.

■ Conclusion et recommandations

Il conviendrait de mener des études de toxicité permettant d'établir une VTR pour l'argent applicable à la population générale. Il serait pertinent de rechercher les raisons expliquant la baisse des concentrations entre l'EAT2 et l'EAT3.

7.4 Cadmium

Le cadmium (Cd) est un ETM ubiquitaire qui est naturellement présent dans les différents compartiments de l'environnement (sol, eau, air). Sa présence peut être augmentée *via* les activités agricoles (épandage d'engrais minéraux et d'effluents d'élevage) et industrielles (métallurgie). Les engrais minéraux phosphatés ont été identifiés comme une source majeure d'apport en cadmium dans les sols agricoles français (Anses 2019).

Hors tabagisme, la principale source d'exposition au cadmium est l'alimentation. En effet, le cadmium est facilement absorbé par les végétaux au niveau racinaire et peut ensuite être transféré dans les réseaux trophiques (Anses 2019; EFSA 2009). Le cadmium absorbé par voie respiratoire est une source d'exposition en cas de tabagisme et/ou d'exposition professionnelle (WHO-IPCS 1992; ATSDR 2012b). La voie cutanée peut également contribuer dans une moindre mesure aux apports en cadmium (WHO-IPCS 1992; ATSDR 2012b).

Des teneurs maximales (TM) en cadmium dans les denrées alimentaires sont fixées par le règlement (UE) 2023/915 (Commission Européenne 2023). Ce règlement est la version consolidée du règlement (CE) n°1881/2006, abrogé le 24 mai 2023. Il a été progressivement amendé pour l'ajout de denrées alimentaires et/ou la révision à la baisse des TM. Les TM réglementaires correspondant aux aliments échantillonnés dans l'EAT3 varient dans une large gamme entre 0,020 mg/kg et 1,0 mg/kg. Une limite de qualité de 5,0 µg Cd/L a été fixée dans l'EDCH et les eaux de source (*Arrêté du 11 janvier 2007 modifié ; Annexe 1, tableau B-2 de l'Arrêté du 14 mars 2007 modifié*). Concernant les eaux minérales naturelles, la limite de qualité est fixée à 3 µg/L (annexe I, tableau B-1 de l'*Arrêté du 14 mars 2007 modifié*). Par ailleurs, le règlement UE 2019/1009 fixe des teneurs en cadmium pour les fertilisants UE²⁴ mis sur le marché (Parlement Européen 2019)²⁵.

L'étude de biosurveillance Esteban (2014-2016) de Santé publique France montre que le cadmium est quantifié dans les urines de 100 % des adultes et des enfants (Oleko, Fillol, Saoudi, et al. 2021). Pour 48 % de la population adulte, la cadmiurie est supérieure à la VTR interne de 0,50 µg Cd.g⁻¹ créatinine ; la moyenne a doublé depuis la précédente étude (ENNS, 2006-2007) (Institut de veille sanitaire 2011). Une sur-imprégnation est observée dans la population de l'étude Esteban par rapport à la population nord-américaine et à celle des autres pays européens, avec des niveaux pouvant être jusqu'à trois à quatre fois plus élevés, respectivement.

²⁴ « fertilisant UE » : fertilisant sur lequel est apposé le marquage CE lors de sa mise à disposition sur le marché. Le marquage CE correspond au marquage par lequel le fabricant indique que le fertilisant UE est conforme aux exigences applicables de la législation d'harmonisation de l'Union prévoyant son apposition.

²⁵ Ce règlement, applicable depuis juillet 2022, fixe une teneur de 60 mg Cd/kg en masse d'équivalent anhydride phosphorique (P₂O₅) pour les engrais minéraux phosphatés mis sur le marché européen. Ce même règlement fixe par ailleurs une TM de 1,5 mg/kg de matière sèche pour les engrais organiques, les amendements inorganiques du sol, et les biostimulants végétaux notamment et une TM de 2 mg/kg de matière sèche pour les amendements minéraux basiques ou encore les amendements minéraux basique. Au niveau national, en ce qui concerne les produits sous AMM délivrés par l'Anses, l'arrêté du 1er avril 2020 (*Arrêté du 1er avril 2020*) et le guide au pétitionnaire pour la mise sur le marché (AMM) des MFSC (Anses 2020) fixent respectivement une teneur maximale de 1 mg/kg de matière sèche dans le produit fini et un flux maximal à ne pas dépasser en moyenne sur 10 ans de 2 g/ha/an ainsi qu'un flux par apport maximale de 6 g/ha/apport. Toujours en France, les produits exemptés d'AMM et conformes à une norme d'application obligatoire doivent respecter les teneurs et/ou flux suivants :

- Engrais minéraux (norme NFU 42-001-1) : 90 mg Cd/kg en masse d'équivalent P₂O₅
- Engrais organiques (norme NFU 42.001-2) : 3 mg/kg de matière sèche, flux maximal sur 10 ans de 150 g/ha et flux maximal annuel de 45 g/ha.
- Engrais organo-minéraux (norme NFU 42-001-3) : 90 mg Cd/kg en masse d'équivalent P₂O₅ (si P₂O₅ > 5%) ou 5 mg/kg de matière sèche si P₂O₅ < 5% + flux maximal sur 10 ans de 150 g/ha et flux maximal annuel de 45 g/ha.

■ Caractérisation du danger

Chez l'Homme, après exposition orale, le cadmium est faiblement absorbé (3 à 10 %). Le cadmium est largement distribué principalement aux niveaux hépatique et rénal. Il se lie majoritairement aux métallothionéines et à l'albumine. L'élimination se fait très lentement (demi-vie dans le sang en moyenne de 3 à 4 mois) *via* les fèces et les urines (EFSA 2009; ATSDR 2012a).

La toxicité du cadmium cible les systèmes rénal et osseux, notamment lors d'une exposition orale prolongée chez l'être humain. Le cadmium entraîne des atteintes rénales, en particulier des lésions au niveau des cellules tubulaires proximales, où son accumulation peut provoquer un dysfonctionnement rénal pouvant évoluer en insuffisance rénale. Il engendre des effets osseux, notamment une déminéralisation pouvant entraîner un risque accru de fractures. Le mécanisme d'action au niveau osseux reste à éclaircir. Le cadmium entraîne aussi des effets reprotoxiques, des effets neurocognitifs et une augmentation de la prévalence des maladies cardiovasculaires (Anses 2019).

Le CIRC²⁶ a classé le cadmium comme « cancérigène pour l'Homme » (groupe 1) en 2012, sur la base d'effets cancérigènes sur le poumon lors de l'exposition par inhalation en milieu professionnel.

En ce qui concerne le potentiel de perturbation endocrinienne, le cadmium est classé dans la base DEDuCT²⁷ (catégorie II : « effets PE rapportés à partir de données *in vivo* chez les rongeurs et *in vitro* chez l'Homme »).

La VTR la plus récente étant celle établie par l'Anses en 2019, elle a donc été retenue (Tableau 17). Il s'agit d'une DJT de 0,35 µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹. Cette valeur a été construite sur la base d'un risque d'ostéoporose ou de fractures identifié dans les études épidémiologiques de Engström et al. (2011 et 2012). Cette VTR repose sur une étude clé et une méthode de calcul robustes, avec des preuves suffisantes quant à l'effet critique sur la base de données humaines. Les autres valeurs repères identifiées et non retenues figurent en Annexe 1.

Tableau 17 : Valeur repère sélectionnée pour le cadmium

Organisme (année)		Anses (2019)
Nom et valeur		DJT = 0,35 µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹
Population cible		Population générale
Effet critique		Risque d'ostéoporose ou de fractures
Étude clé	Référence(s)	Engström et al. (2011; 2012)
	Population de l'étude ou espèce	Population générale (femmes)
	Durée d'exposition	Chronique
Point de départ		NOAEL (cadmium urinaire) = 0,5 µg Cd.g ⁻¹ créatinine
Ajustement		Modèle PBTK de Kjellström et Nordberg (1978)
Facteur d'incertitude		NA

DJT : dose journalière tolérable, NA : non applicable, NOAEL : *No-observed adverse effect level*,
PBTK : *Physiologically based toxicokinetic*

²⁶ <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>

²⁷ <https://cb.imsc.res.in/deduct/>

■ Description des concentrations dans les aliments

Le cadmium est détecté dans 89 % des 718 échantillons analysés. La synthèse des concentrations par groupe d'aliments est présentée dans le Tableau 18. Selon les matrices, les limites de détection et de quantification varient de 0,003 à 0,333 µg/kg et de 0,01 à 1,3 µg/kg, respectivement. Les concentrations les plus élevées sont retrouvées dans un échantillon de chocolat noir (290 µg/kg) du groupe « confiserie et chocolat », de rognon (270 µg/kg) du groupe « abats », et de moule (250 µg/kg) du groupe « crustacés et mollusques ». Aucun échantillon ne dépasse la TM réglementaire (Commission Européenne 2023).

Les niveaux de concentration des aliments de l'EAT3 sont plus bas que ceux des aliments de l'EAT2 (Anses 2011a), en moyenne de -57 %, $IC_{95\%}$ [-65 ; -47] ($p < 0,01$) (cf. 5.1.2. Estimation des évolutions entre EAT2 et EAT3). Les diminutions concernent 72 % des aliments, et les diminutions les plus importantes entre les deux EAT sont observées pour des boissons, notamment des eaux embouteillées, des boissons rafraichissantes sans alcool et des jus de fruits (-93 à -99 %). En revanche, la concentration a augmenté pour 28 % des aliments, notamment pour les pommes de terre et certains produits céréaliers, en particulier pour les céréales pour petit déjeuner avec une augmentation d'un facteur 3,5. Une des raisons de cette augmentation pourrait être liée à la présence de chocolat dans plusieurs des échantillons de produits céréaliers (JECFA 2023).

Dans la mesure où les résultats des tests statistiques ne sont pas convergents, il n'est pas possible de conclure quant à une différence entre les concentrations en cadmium dans l'ensemble des aliments bio et conventionnels (cf. 5.1.3. Concentrations selon le type d'agriculture).

Tableau 18 : Estimation de la concentration en cadmium dans les aliments (µg/kg poids frais)

Groupes d'aliments (Nb aliments)	Nb ech (conv/bio)	% détec- tion	% quantifi- cation	Moy (LB-UB)*	Min	p25	p50	p75	Max
Pain et panification sèche raffinés (5)	9/9	100	100	20	12	16	18	21	40
Pain et panification sèche complets ou semi-complets (4)	6/6	100	100	22	7,2	17	22	25	41
Céréales pour petit déjeuner (8)	8/8	100	100	28	1,8	15	24	35	62
Pâtes, riz, blé raffinés (3)	3/3	100	100	9,4	3,1	6,8	7,8	11	19
Pâtes, riz, blé complets et semi-complets (3)	3/3	100	100	12	8,3	8,4	11	15	19
Viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés (16)	26/22	100	100	14	2,4	6,2	10	16	50
Laits (3)	4/4	100	0	0,05-0,2	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ
Yaourts et fromages blancs (11)	21/17	55	2,6	0,11-0,43	ND	ND	NQ	NQ	NQ
Fromages (8)	15/15	100	20	0,31-0,71	NQ	NQ	NQ	NQ	1
Entremets et crèmes desserts (5)	9/9	100	61	5,5-5,7	NQ	NQ	2,1	3,9	33
Glaces, desserts glacés et sorbets (2)	2/2	100	100	2,4	0,81	-	2,7	-	3,4
Matières grasses animales (4)	8/6	36	0	0,053-0,34	ND	ND	ND	NQ	NQ
Matières grasses végétales (5)	6/7	15	7,7	0,39-0,74	ND	ND	ND	ND	4,7
Oufs et plats à base d'œufs (2)	4/4	75	50	2,6-2,7	ND	NQ	NQ	4,6	6,1
Viandes (hors volailles) (5)	10/10	90	5	0,17-0,6	ND	NQ	NQ	NQ	0,67
Volailles (3)	6/4	100	90	1,2	NQ	0,92	1,1	1,6	2
Charcuterie (9)	15/14	100	72	2,5-2,7	NQ	NQ	1	1,5	15
Abats (5)	5/3	100	100	51	2,9	5,9	10	52	270
Poissons (9)	13/4	100	47	6,4-6,6	NQ	NQ	NQ	1,3	39
Crustacés et mollusques (6)	7/2	100	100	81	1,3	3,7	37	140	250
Légumes (24)	37/37	100	97	15	NQ	3,6	10	18	97
Légumineuses (3)	2/3	100	100	2,2	1,4	1,6	1,7	1,9	4,4
Pommes de terre (5)	9/8	100	100	29	8	18	28	38	49
Fruits frais, au sirop et compotes (17)	24/23	91	36	0,79-1,1	ND	NQ	NQ	0,92	6,7
Noix et fruits oléagineux (3)	4/4	100	88	13	NQ	1,6	2,7	12	64
Confiserie et chocolat (8)	8/4	100	92	58-59	NQ	15	39	62	290
Sucre et matières sucrantes (3)	3/3	67	17	0,51-1,1	ND	NQ	NQ	NQ	2,1
Eaux embouteillées (10)	10/0	60	10	0,0043-0,0091	ND	ND	NQ	NQ	0,03
Boissons rafraîchissantes sans alcool (7)	7/0	14	0	0,0071-0,071	ND	ND	ND	ND	NQ
Jus de fruits (6)	10/10	45	20	0,084-0,15	ND	ND	ND	NQ	0,45
Boissons alcoolisées (6)	6/3	56	33	0,10-0,16	ND	ND	NQ	0,21	0,3
Boissons chaudes (8)	11/11	82	45	1,5-1,6	ND	NQ	NQ	1,6	13
Soupes (1)	1/1	100	100	8,5	7,2	-	-	-	9,8
Plats à base de viandes (7)	12/12	100	100	5,4	2,4	4,3	5,3	6,5	8,2
Plats à base de poissons (5)	5/0	100	100	11	2,2	8,3	14	16	16
Plats à base de légumes (4)	5/5	100	100	9,1	3,4	5,3	7,6	11	20
Plats à base de pommes de terre ou de céréales (7)	12/12	100	100	11	4,4	7,4	8,8	13	27
Salades composées (7)	8/6	100	100	9,8	4,1	5,9	9,5	12	18
Sandwich, pizzas et tartes salées (9)	16/12	100	100	9,6	4,7	7,3	9,4	11	20
Chips et biscuits salés (3)	3/2	100	100	34	9,5	13	16	47	85
Substituts de produits animaux à base de soja et autres végétaux (4)	4/4	100	100	8,0	1,1	3,7	5,9	9,9	21
Sauces chaudes et froides (4)	6/6	100	100	11	2,5	3,7	10	17	24
Condiments, herbes et épices (8)	9/8	100	94	30	NQ	9,1	14	63	95

Dans ce tableau, les statistiques descriptives portent sur l'ensemble des échantillons analysés, bio et conventionnels confondus. Nb : nombre, ech : échantillon EAT3, conv : conventionnel, bio : biologique, LB : *lowerbound*, UB : *upperbound*, *Si LB=UB, une seule valeur est présentée, ND : non détecté, NQ : non quantifié, - : non calculé en raison d'un trop faible effectif

■ Évaluation des expositions

Chez les enfants, l'exposition moyenne au cadmium est comprise entre $0,27 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (LB) et $0,28 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (UB) (Tableau 19). Au 95^e centile, elle est comprise entre $0,52 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (LB) et $0,54 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (UB).

Chez les adultes, l'exposition moyenne est comprise entre $0,14 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (LB) et $0,15 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (UB). Au 95^e centile, l'exposition est comprise entre $0,26 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (LB) et $0,27 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (UB).

Chez les enfants, l'exposition moyenne a augmenté de façon statistiquement significative par rapport à celle précédemment estimée lors de l'EAT2 (Anses 2011a) quelle que soit l'hypothèse LB/UB (+11 %, $p < 0,05$). Cependant, cette augmentation de l'exposition est à relativiser du fait du changement de méthode de recueil des consommations entre les deux études²⁸ (Anses 2017a) (cf. 5.5. Evolution des niveaux d'exposition entre EAT2 et EAT3). Chez les adultes, l'exposition moyenne a diminué de façon statistiquement significative quelle que soit l'hypothèse LB/UB (entre -6 et -8 %, $p < 0,05$).

Tableau 19 : Synthèse des résultats d'exposition au cadmium et pourcentage de dépassement de la DJT (estimation et intervalle de confiance à 95 %)

		Moyenne ($\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$)	95 ^e centile ($\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$)	% de dépassement de la DJT ($0,35 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$)
Enfants	LB	0,27 [0,25 - 0,28]	0,52 [0,51 - 0,53]	23 [20 - 27]
	UB	0,28 [0,26 - 0,29]	0,54 [0,53 - 0,56]	27 [23 - 31]
Adultes	LB	0,14 [0,14 - 0,15]	0,26 [0,26 - 0,27]	1,4 [0,68 - 2,7]
	UB	0,15 [0,15 - 0,16]	0,27 [0,27 - 0,28]	1,6 [0,86 - 2,9]

DJT : dose journalière tolérable, LB : *lowerbound*, UB : *upperbound*

■ Contributeurs à l'exposition

Les principaux groupes d'aliments contributeurs (cf. 5.3. Calcul de la contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne) à l'exposition moyenne au cadmium sont, de manière similaire aux résultats de l'EAT2, les pommes de terre, responsables de 18 à 19 % (minimum – maximum) de l'exposition des enfants et 16 à 17 % de l'exposition des adultes, le groupe « pain et panification sèche raffinés », responsable de 11 à 12 % de l'exposition des enfants et 19 à 20 % de l'exposition des adultes, les légumes, responsables de 8,3 à 8,8 % de l'exposition des enfants et de 10 à 11 % de l'exposition des adultes, et les viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés, responsables de 11 à 12 % de l'exposition des enfants et de 5 à 6 % de l'exposition des adultes (Tableau 20). Chez les enfants, les pâtes, riz et blé raffinés sont responsables de 6 % de l'exposition moyenne, de même que les plats à base de pomme de terre ou de céréales. Chez les adultes, les soupes sont responsables de 8 % de l'exposition moyenne. Chez les individus dont l'exposition dépasse la DJT, les contributions sont du même ordre de grandeur (Tableau 41 en Annexe 2), à l'exception des crustacés et mollusques chez les adultes, dont la contribution à l'exposition moyenne s'élève à 15 à 20 % contre 4 % dans la population adulte totale.

²⁸ Dans INCA, les consommations hors repas (par exemple les boissons) ont été mieux enregistrées. Il n'est pas possible de savoir ce qui relève d'une réelle augmentation de consommation (et donc d'exposition) de ce qui relève d'un artefact méthodologique.

Tableau 20 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne au cadmium (% min – % max)

Groupe d'aliments	Enfants	Adultes
Pain et panification sèche raffinés	11 - 12	19 - 20
Pain et panification sèche complets ou semi-complets	0,68 - 0,73	1,4 - 1,5
Céréales pour petit déjeuner	3,0 - 3,2	0,95 - 1,0
Pâtes, riz, blé raffinés	6,0 - 6,4	3,6 - 3,9
Pâtes, riz, blé complets et semi-complets	0,13 - 0,15	0,16 - 0,18
Viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés	11 - 12	5,2 - 5,6
Laits	<0,10 - 0,28	<0,10 - <0,10
Yaourts et fromages blancs	0,15 - 0,56	<0,10 - 0,31
Fromages	<0,10 - 0,14	<0,10 - 0,19
Entremets et crèmes desserts	1,6 - 1,8	0,65 - 0,75
Glaces, desserts glacés et sorbets	0,28 - 0,30	0,15 - 0,16
Matières grasses animales	<0,10 - <0,10	<0,10 - <0,10
Matières grasses végétales	<0,10 - <0,10	<0,10 - <0,10
Œufs et plats à base d'œufs	0,25 - 0,29	0,21 - 0,25
Viandes (hors volailles)	<0,10 - 0,23	<0,10 - 0,26
Volailles	0,23 - 0,24	0,22 - 0,24
Charcuterie	0,41 - 0,47	0,68 - 0,77
Abats	0,20 - 0,21	0,92 - 0,97
Poissons	0,78 - 0,85	0,72 - 0,78
Crustacés et mollusques	1,9 - 2,0	3,7 - 3,9
Légumes	8,3 - 8,8	10 - 11
Légumineuses	<0,10 - <0,10	<0,10 - <0,10
Pommes de terre	18 - 19	16 - 17
Fruits frais, au sirop et compotes	1,2 - 1,6	0,93 - 1,3
Noix et fruits oléagineux	0,15 - 0,17	0,39 - 0,45
Confiserie et chocolat	3,7 - 4,4	2,3 - 2,6
Sucre et matières sucrantes	<0,10 - 0,11	0,17 - 0,28
Eaux embouteillées	<0,10 - <0,10	<0,10 - <0,10
Eau du robinet	<0,10 - 2,7	<0,10 - 2,7
Boissons rafraîchissantes sans alcool	<0,10 - 0,13	<0,10 - <0,10
Jus de fruits	0,10 - 0,18	<0,10 - <0,10
Boissons alcoolisées	<0,10 - <0,10	0,18 - 0,23
Boissons chaudes	3,7 - 4,3	1,4 - 2,1
Soupes	3,8 - 4,0	7,5 - 7,9
Plats à base de viandes	0,96 - 1,0	0,79 - 0,84
Plats à base de poissons	0,45 - 0,48	0,51 - 0,54
Plats à base de légumes	0,88 - 0,94	1,3 - 1,4
Plats à base de pommes de terre ou de céréales	5,9 - 6,2	4,7 - 4,9
Salades composées	1,8 - 1,9	4,3 - 4,5
Sandwich, pizzas et tartes salées	3,8 - 4,0	4,0 - 4,3
Chips et biscuits salés	2,2 - 2,4	1,1 - 1,2
Substituts de produits animaux à base de soja et autres végétaux	0,13 - 0,13	0,25 - 0,27
Sauces chaudes et froides	1,1 - 1,1	0,68 - 0,72
Condiments, herbes et épices	0,22 - 0,23	0,63 - 0,67

■ Caractérisation du risque

Selon l'hypothèse LB/UB, respectivement 23 % [20 - 27] et 27 % [23 - 31] des enfants dépassent la DJT de $0,35 \mu\text{g kg pc}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (Tableau 19). Parmi les enfants dont l'exposition dépasse la DJT, le niveau d'exposition représente en moyenne 1,3 fois la DJT. Selon l'hypothèse LB/UB, chez les adultes, on note respectivement 1,4 % [0,68 - 2,7] et 1,6 % [0,86 - 2,9] de dépassement de la DJT. Parmi les adultes dont l'exposition dépasse la DJT, le niveau d'exposition représente en moyenne 1,2 fois la DJT.

Dans l'EAT2 (Anses 2011a), la dose hebdomadaire tolérable de $2,5 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ sem}^{-1}$ (EFSA 2009) avait été utilisée, soit environ $0,36 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$. Chez les enfants, il était observé 14,9 % de dépassements de cette VTR, et 0,6 % chez les adultes. En tenant compte de la nouvelle DJT retenue pour l'EAT3, le pourcentage de dépassement a augmenté de façon statistiquement significative chez les enfants par rapport à celui réestimé à partir des expositions de l'EAT2 (Anses 2011a), quelle que soit l'hypothèse LB/UB (+7,7 et +8,3 points de pourcentage, $p < 0,05$). Cependant, de la même façon que pour les expositions, cette augmentation du pourcentage de dépassement de la DJT est à relativiser du fait du changement de méthode de recueil des consommations entre les deux études (Anses 2017a) (cf. 5.5. Evolution des niveaux d'exposition entre EAT2 et EAT3). Chez les adultes, le pourcentage de dépassement de la DJT n'a pas évolué de façon statistiquement significative.

■ Conclusion et recommandations

Compte tenu des dépassements de la DJT observés chez les enfants et les adultes, il y a un risque lié à l'exposition au cadmium dans la population.

Il convient de rappeler que l'échantillonnage de l'EAT3 a été achevé en août 2022 et que par conséquent l'impact éventuel de l'évolution des réglementations (diminution des TM en cadmium dans les aliments en 2021 (Commission Européenne 2023; 2021) et diminution des valeurs limites en cadmium dans les fertilisants UE incluant les engrais minéraux phosphatés (Parlement Européen 2019)) n'est pas encore visible dans les résultats de l'EAT3. Compte tenu des risques sanitaires associés à l'exposition au cadmium, il convient donc de poursuivre les efforts engagés de réduction des expositions alimentaires. En ce sens, des actions cibles à court et moyen termes ont été déterminées (Anses 2026) sur la réduction de l'apport en Cd par les matières fertilisantes, la promotion de l'évolution des pratiques agricoles, et la surveillance continue des intrants agricoles. Il convient également de renforcer la surveillance de la contamination des denrées alimentaires, en particulier dans les principaux contributeurs, c'est-à-dire les pommes de terre, les produits céréaliers (pain et panification sèche raffinés, les viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés, les pâtes, riz et blé raffinés), les légumes et les crustacés et mollusques. Le CES a pris note de l'attention portée par les instances internationales concernant la contamination du cacao par le cadmium. Il conviendrait de mener des travaux complémentaires sur la contribution du cacao à l'exposition.

7.5 Mercure

Le mercure (Hg) est un élément métallique naturellement présent dans la croûte terrestre et plus généralement dans l'environnement. Le mercure et ses dérivés ont été utilisés pendant plusieurs décennies dans de nombreux procédés de fabrication industrielle (batteries, thermomètres, lampes, appareils de mesure, amalgames dentaires, biocides, antiseptiques...), même si leurs usages diminuent du fait d'interdictions (*Arrêté du 24 décembre 1998* ; INERIS 2024 ; Parlement Européen 2024). La principale source d'exposition au mercure de la population générale est l'alimentation, sous sa forme méthylmercure. L'inhalation constitue la principale voie d'exposition au mercure inorganique. Ceci s'applique à la population générale au travers des vapeurs de mercure dues au rejet continu de mercure élémentaire provenant des amalgames dentaires, mais aussi en situations professionnelles exposantes, à l'instar de la profession de dentiste lors de la pose ou dépose d'amalgames dentaires (EFSA 2012).

Le règlement (UE) 2023/915 (Commission Européenne 2023) fixe des teneurs maximales en mercure total pour des produits de la pêche (0,3 ou 0,5 ou 1 mg/kg de poids frais selon l'espèce), et le sel (0,10 mg/kg). Dans les EDCH et les eaux embouteillées (eaux de source et eaux minérales naturelles), la limite de qualité est fixée à 1 µg mercure total/L (annexe I, tableau B-2 de l'*Arrêté du 11 janvier 2007* ; *Arrêté du 14 mars 2007*).

L'étude de biosurveillance Esteban (2014-2016) de Santé publique France montre que le mercure est quantifié dans les cheveux de tous les enfants enquêtés et de 99,6 % des adultes (Oleko, Fillol, Zeghnoun, et al. 2021). Les moyennes géométriques sont respectivement de 0,31 µg.g⁻¹ de cheveux chez les enfants et de 0,59 µg.g⁻¹ de cheveux chez les adultes. Ces niveaux sont proches de ceux observés dans l'étude nationale nutrition santé (ENNS) 8 à 9 ans plus tôt (Institut de veille sanitaire 2011).

Dans les aliments, le mercure est présent sous forme inorganique et organique (méthylmercure), le méthylmercure étant la forme prédominante de mercure dans le poisson et les autres produits de la mer. Les dosages réalisés concernent le mercure total, et pour certains aliments, le mercure inorganique et le méthylmercure (cf. 3.3.2. Éléments traces métalliques). L'évaluation du risque a quant à elle été réalisée pour le mercure inorganique et le méthylmercure. Pour le calcul des expositions au mercure inorganique, en l'absence d'analyses de spéciation, les concentrations en mercure total des aliments non ciblés pour la spéciation ont été utilisées en considérant l'hypothèse que 100 % du mercure total est sous forme inorganique (EFSA 2012).

7.5.1 Mercure inorganique

■ Caractérisation du danger

Les cations mercureux Hg₂²⁺ et les cations mercuriques Hg²⁺ sont les formes de mercure inorganique qui peuvent être présentes dans les aliments.

Les données sur l'absorption, la distribution ou l'élimination des cations mercureux (Hg₂²⁺) sont limitées. Sous l'effet du pH gastrique, les cations mercureux sont oxydés en cations mercuriques (Hg²⁺). Cette forme prépondérante (Hg²⁺) serait à l'origine de la toxicité observée (ATSDR 2024).

Chez l'animal, après exposition orale, l'absorption des cations mercuriques (Hg^{2+}) est généralement comprise entre 2 et 38 % selon les sels. Une fois absorbé, Hg^{2+} se lie à l'hémoglobine dans les érythrocytes et s'accumule principalement dans les reins, le foie, le tractus intestinal et la peau. De par son affinité pour les groupements thiols (SH), le mercure se lie au glutathion et aux métallothionéines. L'élimination de Hg^{2+} se fait principalement par l'urine. La demi-vie plasmatique est d'environ 40 jours (EFSA 2012).

Chez l'animal, le mercure inorganique exerce des effets principalement sur le rein et le système nerveux. Les données obtenues chez l'animal montrent qu'une augmentation du poids du rein est l'effet le plus sensible (EFSA 2012).

Le CIRC²⁹ a considéré le mercure inorganique comme « Inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'Homme » (groupe 3) en 1993.

En ce qui concerne le potentiel de perturbation endocrinienne, le chlorure mercurieux (Hg_2Cl_2) est classé dans la base DEDuCT³⁰ (catégorie II : Preuves provenant d'expériences *in vivo* chez des rongeurs et d'expériences *in vitro* sur cellules humaines).

Le CES ERCA a retenu une dose hebdomadaire tolérable (DHT) de $4 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ sem}^{-1}$ pour le mercure inorganique (Tableau 21), sur la base d'effets sur le rein observés chez le rat (NTP 1993). Cette DHT a été déterminée à partir d'une BMDL_{10} de $60 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$, en appliquant des facteurs d'incertitude interspécifique (10) et intraspécifique (10). Cette DHT est la seule VTR chronique orale disponible, et elle a été retenue en raison de la robustesse de sa méthode de construction (EFSA 2012). Aucune autre valeur repère n'a été identifiée.

Tableau 21 : Valeur repère sélectionnée pour le mercure inorganique

Organisme (année)		EFSA (2012)
Nom et valeur		DHT = $4 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ sem}^{-1}$
Population cible		Population générale
Effet critique		Augmentation du poids du rein
Étude clé	Référence(s)	NTP (1993)
	Population de l'étude ou espèce	Rats
	Durée d'exposition	6 mois
Point de départ (PoD)		$\text{BMDL}_{10} = 60 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$
Facteurs d'incertitude (FI)		100 ($\text{FI}_A = 10$, $\text{FI}_H = 10$)

DHT : dose hebdomadaire tolérable, BMDL : *Benchmark dose lower bound*, FI_A : Facteur d'incertitude lié à la variabilité inter-espèces, FI_H : Facteur d'incertitude lié à la variabilité interindividuelle

■ Description des concentrations dans les aliments

Le mercure inorganique a été détecté dans 91 % des 46 échantillons analysés spécifiquement pour la spéciation (cf. 3.3.2. Éléments traces métalliques). Les limites de détection et de quantification varient de 0,13 à 1,2 $\mu\text{g/kg}$ et de 0,42 à 3,9 $\mu\text{g/kg}$, respectivement. Le mercure total a quant à lui été détecté dans 20 % des 718 échantillons

²⁹ <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>

³⁰ <https://cb.imsc.res.in/deduct/>

analysés. Selon les matrices, les limites de détection et de quantification varient de 0,033 à 4,3 µg/kg et de 0,11 à 14 µg/kg, respectivement. Il est noté une baisse des limites analytiques par rapport à l'EAT2 pour le mercure total. Comme indiqué précédemment, pour les aliments non ciblés pour la spéciation, les concentrations en mercure total ont été utilisées en considérant l'hypothèse que 100 % du mercure total est sous forme inorganique (EFSA 2012) (cf. 3.4.3. Traitement spécifique pour le mercure). La synthèse des concentrations en mercure total ou inorganique par groupe d'aliments est présentée dans le Tableau 22.

Les concentrations les plus élevées en mercure total sont retrouvées dans des échantillons de champignons (130, 100 et 75 µg/kg) du groupe « légumes », et dans des échantillons d'herbes aromatiques sèches (17 et 16 µg/kg) du groupe « condiments, herbes et épices ». La concentration la plus élevée de mercure inorganique analysé en spéciation est retrouvée dans un échantillon de poisson prédateur (hors thon blanc) atteignant 43 µg/kg, du groupe « poissons ».

Aucun échantillon ne dépasse les teneurs maximales fixées par la réglementation pour le mercure total (Commission Européenne 2023).

Les niveaux de concentration en mercure total des aliments de l'EAT3 sont plus bas que ceux des aliments de l'EAT2³¹ (Anses 2011a) ($p < 0,01$), mais le faible taux de détection ne permet pas de quantifier précisément cette baisse (cf. 5.1.2. Estimation des évolutions entre EAT2 et EAT3). Cette diminution concerne la majorité des aliments.

Aucune différence statistiquement significative n'apparaît entre les concentrations en mercure total ou inorganique dans les aliments bio et conventionnels ($p > 0,1$) (cf. 5.1.3. Concentrations selon le type d'agriculture).

³¹ Dans l'EAT2, la même hypothèse avait été considérée, à savoir que 100 % du mercure total était sous forme inorganique dans les produits autres que les produits de la mer

Tableau 22 : Estimation de la concentration en mercure total ou inorganique* dans les aliments (µg/kg poids frais)

Groupes d'aliments (Nb aliments)	Nb ech (conv/bio)	% détection	% quantifi- cation	Moy (LB-UB)**	Min	p25	p50	p75	Max
Pain et panification sèche raffinés (5)	9/9	11	0	0,094-2,8	ND	ND	ND	ND	NQ
Pain et panification sèche complets ou semi-complets (4)	6/6	25	8,3	1,4-4,2	ND	ND	ND	NQ	13
Céréales pour petit déjeuner* (8)	8/8	38	0	0,87-4,4	ND	ND	ND	NQ	NQ
Pâtes, riz, blé raffinés* (3)	3/3	17	0	0,43-2,8	ND	ND	ND	ND	NQ
Pâtes, riz, blé complets et semi-complets* (3)	3/3	33	0	0,14-2,1	ND	ND	ND	NQ	NQ
Viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés (16)	26/22	10	0	0,24-3,1	ND	ND	ND	ND	NQ
Laits (3)	4/4	0	0	0-0,65	ND	ND	ND	ND	ND
Yaourts et fromages blancs (11)	21/17	13	0	0,28-2,6	ND	ND	ND	ND	NQ
Fromages (8)	15/15	13	0	0,18-2,6	ND	ND	ND	ND	NQ
Entremets et crèmes desserts* (5)	9/9	28	0	0,40-2,9	ND	ND	ND	NQ	NQ
Glaces, desserts glacés et sorbets (2)	2/2	25	0	0,52-2,7	ND	-	ND	-	NQ
Matières grasses animales (4)	8/6	14	0	0,19-2,8	ND	ND	ND	ND	NQ
Matières grasses végétales (5)	6/7	15	0	0,31-4,8	ND	ND	ND	ND	NQ
Oeufs et plats à base d'œufs (2)	4/4	38	0	0,65-3,7	ND	ND	ND	NQ	NQ
Viandes (hors volailles) (5)	10/10	20	0	0,35-3,0	ND	ND	ND	ND	NQ
Volailles (3)	6/4	0	0	0-2,2	ND	ND	ND	ND	ND
Charcuterie (9)	15/14	14	0	0,30-2,9	ND	ND	ND	ND	NQ
Abats (5)	5/3	25	0	0,38-3,0	ND	ND	ND	NQ	NQ
Poissons* (9)	13/4	100	94	6,4	NQ	1,7	2,2	3,0	43
Crustacés et mollusques* (6)	7/2	100	67	2,5-2,8	NQ	NQ	1,7	4,6	6,5
Légumes (24)	37/37	12	4,1	4,2-6,5	ND	ND	ND	ND	130
Légumineuses (3)	2/3	0	0	0-2,2	ND	ND	ND	ND	ND
Pommes de terre (5)	9/8	5,9	0	0,13-2,5	ND	ND	ND	ND	NQ
Fruits frais, au sirop et compotes (17)	24/23	8,5	2,1	0,26-2,4	ND	ND	ND	ND	8
Noix et fruits oléagineux (3)	4/4	12	0	0,27-2,8	ND	ND	ND	ND	NQ
Confiserie et chocolat (8)	8/4	42	0	1,8-7,6	ND	ND	ND	NQ	NQ
Sucre et matières sucrantes (3)	3/3	0	0	0-4,3	ND	ND	ND	ND	ND
Eaux embouteillées (10)	10/0	20	0	0,0065-0,047	ND	ND	ND	ND	NQ
Boissons rafraîchissantes sans alcool (7)	7/0	14	0	0,093-0,86	ND	ND	ND	ND	NQ
Jus de fruits (6)	10/10	0	0	0-0,65	ND	ND	ND	ND	ND
Boissons alcoolisées (6)	6/3	11	0	0,11-0,82	ND	ND	ND	ND	NQ
Boissons chaudes (8)	11/11	18	0	0,11-0,92	ND	ND	ND	ND	NQ
Soupes (1)	1/1	50	0	1,1-4,7	ND	-	-	-	NQ
Plats à base de viandes (7)	12/12	12	0	0,36-2,8	ND	ND	ND	ND	NQ
Plats à base de poissons* (5)	5/0	100	20	0,79-1,6	NQ	NQ	NQ	NQ	2,3
Plats à base de légumes (4)	5/5	30	0	0,43-3,0	ND	ND	ND	NQ	NQ
Plats à base de pommes de terre ou de céréales* (7)	12/12	29	0	0,27-2,5	ND	ND	ND	NQ	NQ
Salades composées* (7)	8/6	36	14	0,92-3,3	ND	ND	ND	NQ	5,3
Sandwich, pizzas et tartes salées* (9)	16/12	14	0	0,27-2,8	ND	ND	ND	ND	NQ
Chips et biscuits salés (3)	3/2	0	0	0-3,3	ND	ND	ND	ND	ND
Substituts de produits animaux à base de soja et	4/4	25	0	0,15-1,4	ND	ND	ND	NQ	NQ
Sauces chaudes et froides (4)	6/6	25	0	0,90-5,3	ND	ND	ND	NQ	NQ
Condiments, herbes et épices (8)	9/8	65	18	3,6-7,2	ND	ND	NQ	NQ	17

Dans ce tableau, les statistiques descriptives portent sur l'ensemble des échantillons analysés, bio et conventionnels confondus.

*Dans les 46 échantillons de produits de la mer et plats à base de produits de la mer, de riz et produits à base de riz, les concentrations de mercure inorganique ont été mesurées spécifiquement. Pour les autres échantillons, la concentration en mercure inorganique a été considérée égale à la concentration en mercure totale mesurée.

Nb : nombre, ech : échantillon EAT3, conv : conventionnel, bio : biologique, LB : lowerbound, UB : upperbound

**Si LB=UB, une seule valeur est présentée, ND : non détecté, NQ : non quantifié, - : non calculé en raison d'un trop faible effectif

■ Évaluation des expositions

Chez les enfants, l'exposition moyenne au mercure inorganique est comprise entre $0,13 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ sem}^{-1}$ (LB) et $0,75 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ sem}^{-1}$ (UB) (Tableau 23). Au 95^e centile, elle est comprise entre $0,37 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ sem}^{-1}$ et $1,5 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ sem}^{-1}$.

Chez les adultes, l'exposition moyenne est comprise entre $0,069 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ sem}^{-1}$ (LB) et $0,41 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ sem}^{-1}$ (UB). Au 95^e centile, elle est comprise entre $0,19 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ sem}^{-1}$ et $0,74 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ sem}^{-1}$.

Chez les enfants comme chez les adultes, l'exposition moyenne a significativement augmenté sous l'hypothèse basse (+33 et +52 %, $p < 0,05$) par rapport à celle précédemment estimée lors de l'EAT2 (Anses 2011b), et significativement diminué sous l'hypothèse haute (-58 et -68 %, $p < 0,05$). Ces différences s'expliquent notamment par la baisse des limites analytiques depuis l'EAT2.

Tableau 23 : Synthèse des résultats d'exposition au mercure inorganique et pourcentage de dépassement de la DHT (estimation et intervalle de confiance à 95 %)

		Moyenne ($\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ sem}^{-1}$)	95 ^{ème} centile ($\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ sem}^{-1}$)	% de dépassement de la DHT ($4 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ sem}^{-1}$)
Enfants	LB	0,13 [0,12 - 0,14]	0,37 [0,36 - 0,38]	0
	UB	0,75 [0,72 - 0,78]	1,5 [1,4 - 1,5]	0
Adultes	LB	0,069 [0,065 - 0,074]	0,19 [0,18 - 0,2]	0
	UB	0,41 [0,4 - 0,43]	0,74 [0,72 - 0,75]	0

DHT : dose hebdomadaire tolérable, LB : *lowerbound*, UB : *upperbound*

■ Contributeurs à l'exposition

Le taux de censure élevé ne permet pas d'identifier les principaux aliments ou groupes d'aliments contributeurs à l'exposition moyenne au mercure inorganique (Tableau 45 en Annexe 3) (cf. 5.3. Calcul de la contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne).

■ Caractérisation du risque

Aucun individu ne dépasse la DHT retenue pour le mercure inorganique quelle que soit l'hypothèse.

Dans l'EAT2 (Anses 2011a), la même DHT de $4 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ sem}^{-1}$ avait été utilisée. Il était observé 1,4% de dépassements de la DHT uniquement chez les enfants en UB.

■ Conclusion et recommandations

Le risque lié à l'exposition au mercure inorganique peut être écarté.

7.5.2 Méthylmercure

■ Caractérisation du danger

Chez l'Homme, après exposition orale, l'absorption du méthylmercure est proche de 100 %. Le méthylmercure se distribue largement, atteignant des concentrations élevées dans le foie,

les reins et le cerveau. De par sa lipophilie, il traverse le placenta, et peut également se trouver dans le lait maternel. Le méthylmercure subit une déméthylation dans le foie et d'autres tissus, et son élimination se fait principalement par les fèces (90 %), et le reste par les cheveux et les urines avec une demi-vie d'élimination estimée entre 50 et 130 jours (ATSDR 2024; EFSA 2012).

Le méthylmercure est toxique pour le système nerveux central. Il provoque des troubles comportementaux ou des retards de développement chez les enfants exposés *in utero* ou après la naissance, même en l'absence de signe de toxicité chez la mère.

Le CIRC³² a classé le méthylmercure comme « peut-être cancérogène pour l'Homme » (groupe 2B) en 1993. Ce classement repose sur des données suffisantes chez l'animal concernant des cancers au niveau du rein (exposition orale).

En ce qui concerne le potentiel de perturbation endocrinienne, le méthylmercure est classé dans la base DEDuCT³³ (catégorie III : effets PE rapportés uniquement *in vivo* chez les rongeurs).

Le CES ERCA a retenu une baisse de quotient intellectuel chez l'enfant comme effet critique, mise en évidence par les cohortes des îles Féroé, de Nouvelle-Zélande et des Seychelles (Axelrad et al. 2007; 2007). Sur la base de ces études clés, l'Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) en 2024 a établi un MRL (*Minimum Risk Level*) de 0,1 µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹. Ce MRL a été déterminé à partir d'un NAEL (*No Adverse Effect Level*) de 0,41 µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹, avec un facteur d'incertitude intraspécifique de 3 (Tableau 24). Cette valeur a été retenue pour plusieurs raisons : (i) elle est fondée sur des données obtenues chez l'Homme, les études clés et la méthode de calcul ont été jugées robustes, prenant en compte une large population et reposant sur une relation dose-réponse quantitative, (ii) elle concerne l'évaluation la plus récente, et (iii) elle est la plus faible des VTR disponibles. Les autres valeurs repères identifiées et non retenues figurent en Annexe 1.

Tableau 24 : Valeur de référence sélectionnée pour le méthylmercure

Organisme (année)		ATSDR (2024)
Nom et valeur		MRL = 0,1 µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹
Population cible		Population générale
Effet critique		Neurotoxicité développementale (baisse du QI chez l'enfant)
Étude clé	Référence(s)	Axelrad et al. (2007a; 2007b)
	Population de l'étude ou espèce	Enfants (cohortes Féroé, Nouvelle Zélande, Seychelles)
	Durée d'exposition	Chronique
Point de départ		NAEL = 0,41 µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹
Facteurs d'incertitude		FI _H = 3

MRL : *Minimum risk level*, QI : quotient intellectuel, FI_H : Facteur d'incertitude lié à la variabilité interindividuelle, NAEL : *No adverse effect level*

³² <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>
³³ <https://cb.imsc.res.in/deduct/>

■ Description des concentrations dans les aliments

Le méthylmercure a été détecté dans 91 % des 46 échantillons analysés (cf. 3.3.2. Éléments traces métalliques). La synthèse des concentrations par groupe d'aliments est présentée dans le Tableau 25. Selon les matrices, les limites de détection et de quantification varient de 0,26 à 2,41 µg/kg et de 0,86 à 7,9 µg/kg, respectivement.

Les concentrations quantifiées les plus basses sont retrouvées dans un échantillon de moules (3,3 µg/kg) et d'huitres (4,0 µg/kg) du groupe « crustacés et mollusques ». Les concentrations les plus élevées sont retrouvées dans un échantillon de poissons prédateurs (730 µg/kg) et de thon blanc (181 µg/kg) du groupe « poissons », et dans un échantillon de crustacés hors crevettes (140 µg/kg) du groupe « crustacés et mollusques ».

Aucun échantillon ne dépasse les teneurs maximales fixées par la réglementation pour le mercure total (Commission Européenne 2023). Les niveaux de concentration en méthylmercure des aliments de l'EAT3 ne sont pas significativement différents de ceux des aliments de l'EAT2, estimés à partir de la concentration en mercure total (Anses 2011a). A noter cependant que seuls 10 aliments sont communs et comparables entre les deux études.

Les niveaux de concentration des aliments bio sont plus élevés que ceux des aliments conventionnels, en moyenne de 60 %, IC_{95%} [13 ; 131] (p = 0,04) (cf. 5.1.3. Concentrations selon le type d'agriculture). A noter que seuls 12 couples d'échantillons (bio vs. conventionnels) sont inclus dans le test, et que cette moyenne est fortement impactée par le saumon (un tiers des échantillons), dont la concentration moyenne s'élève à 20,8 µg/kg pour les produits conventionnels contre 61,4 µg/kg pour les produits bio.

Tableau 25 : Estimation de la concentration en méthylmercure dans les aliments (µg/kg poids frais)

Groupes d'aliments (Nb aliments)	Nb ech (conv/bio)	% détection	% quantifi- cation	Moy (LB-UB)*	Min	p25	p50	p75	Max
Céréales pour petit déjeuner contenant du riz (1)	1/1	100	0	2,4-7,9	NQ	-	-	-	NQ
Riz raffiné (1)	1/1	50	0	0,40-1,7	ND	-	-	-	NQ
Riz complet et semi-complet (1)	1/1	100	0	0,89-2,9	NQ	-	-	-	NQ
Gâteau de riz (1)	1/1	0	0	0-0,80	ND	-	-	-	ND
Poissons (9)	13/4	100	100	94	16	23	55	61	730
Crustacés et mollusques (6)	7/2	100	100	27	3,3	6,4	18	19	140
Plats à base de poissons (5)	5/0	100	100	19	13	15	16	23	26
Plats à base de riz (1)	2/2	100	0	0,70-2,4	NQ	-	NQ	-	NQ
Salades composées à base de poisson (2)	2/0	100	100	20	17	-	-	-	23
Nem ou samoussa (contenant des produits de la mer) (1)	1/0	0	0	0-1,1	ND	-	-	-	ND

Dans ce tableau, les statistiques descriptives portent sur l'ensemble des échantillons analysés, bio et conventionnels confondus. Nb : nombre, ech : échantillon EAT3, conv : conventionnel, bio : biologique, LB : *lowerbound*, UB : *upperbound*,

*Si LB=UB, une seule valeur est présentée, ND : non détecté, NQ : non quantifié, - : non calculé en raison d'un trop faible effectif

■ Évaluation des expositions

Chez les enfants, l'exposition moyenne au méthylmercure est comprise entre 0,028 µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹ (LB) et 0,029 µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹ (UB) (Tableau 26). Au 95^e centile, elle s'élève à 0,12 µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹ quelle que soit l'hypothèse LB/UB.

Chez les adultes, l'exposition moyenne est comprise entre $0,021 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (LB) et $0,022 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (UB). Au 95^e centile, elle s'élève à $0,085 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ quelle que soit l'hypothèse LB/UB.

Chez les femmes en âge de procréer (18-44 ans), l'exposition moyenne est comprise entre $0,018 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (LB) et $0,019 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (UB). Au 95^e centile, elle est comprise entre $0,065 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ et $0,066 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$.

Chez les enfants comme les adultes, l'exposition moyenne n'a pas significativement évolué par rapport à celle précédemment estimée lors de l'EAT2 (Anses 2011b), et ce quelle que soit l'hypothèse.

Tableau 26 : Synthèse des résultats d'exposition au méthylmercure (estimation et intervalle de confiance à 95 %)

		Moyenne ($\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$)	95 ^{ème} centile ($\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$)	% de dépassement de la VTR ($0,1 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$)
Enfants	LB	0,028 [0,024 - 0,032]	0,12 [0,12 - 0,12]	7,3 [5,7 - 9,2]
	UB	0,029 [0,025 - 0,033]	0,12 [0,12 - 0,12]	7,4 [5,8 - 9,4]
Adultes	LB	0,021 [0,018 - 0,024]	0,085 [0,085 - 0,085]	4,0 [3,0 - 5,3]
	UB	0,022 [0,018 - 0,025]	0,085 [0,085 - 0,085]	4,0 [3,0 - 5,3]
Femmes en âge de procréer	LB	0,018 [0,011 - 0,025]	0,065 [0,065 - 0,065]	2,3 [1,3 - 3,9]
	UB	0,019 [0,012 - 0,026]	0,066 [0,066 - 0,066]	2,3 [1,3 - 3,9]

LB : lowerbound, UB : upperbound

■ Contributeurs à l'exposition

Les principaux groupes d'aliments contributeurs (cf. 5.3. Calcul de la contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne) à l'exposition moyenne au méthylmercure sont, de manière similaire aux résultats de l'EAT2, les poissons, responsables de 73 à 75 % (minimum – maximum) de l'exposition des enfants et 74 à 76 % de l'exposition des adultes (Tableau 27), suivis des salades composées à base de poisson, responsables de 11 % de l'exposition des enfants et de 14 % de l'exposition des adultes, des plats à base de poissons, responsables de 7 % de l'exposition des enfants et de 5 % de l'exposition des adultes, et des crustacés et mollusques, responsables de 6 % de l'exposition des enfants et de 5 % de l'exposition des adultes. Plus spécifiquement, parmi les poissons, le poisson pané est responsable de 15 % de l'exposition des enfants, suivi du cabillaud (13 %), des colin, lieu, merlu et merlan (13 à 14 %), du thon blanc (12 à 13 %), du saumon (hors saumon fumé, 9 à 10 %) et des poissons prédateurs (hors thon blanc, 8 %) (Tableau 28). Chez les adultes, le cabillaud est le premier contributeur (22 à 23 %), suivi des poissons prédateurs (13%), des colin, lieu, merlan, merlu (12 %), du thon blanc (12 %) et du saumon (hors saumon fumé, 6 à 7 %)

Chez les individus dont l'exposition dépasse la VTR, la contribution des poissons est un peu plus élevée : 78 à 79 % chez les enfants et 88 % chez les adultes (Tableau 42 en Annexe 2). Plus spécifiquement, la contribution des poissons prédateurs (hors thon blanc) est plus élevée (15 à 16 % chez les enfants et 35 % chez les adultes), de même que celle du thon blanc (21 à 22 % chez les enfants et 18 % chez les adultes), et du cabillaud chez les enfants (18 à 19 %) (Tableau 43 en Annexe 2).

Tableau 27 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne au méthylmercure (% min – % max)

Groupes d'aliments	Enfants	Adultes
Céréales pour petit déjeuner contenant du riz	0,29 - 1,0	<0,10 - <0,10
Riz raffiné	0,11 - 1,9	<0,10 - 1,2
Riz complet et semi-complet	<0,10 - <0,10	<0,10 - 0,11
Gâteau de riz	0 - <0,10	0 - <0,10
Poissons	73 - 75	74 - 76
Crustacés et mollusques	6,0 - 6,3	4,9 - 5,0
Plats à base de poissons	7,0 - 7,3	5,0 - 5,1
Plats à base de riz	0,2 - 0,69	0,25 - 0,87
Salades composées à base de poisson	11 - 11	14 - 14
Nem ou samoussa (contenant des produits de la mer)	0 - 0,12	0 - 0,17

Tableau 28 : Contribution spécifique des poissons à l'exposition moyenne au méthylmercure (% min – % max)

Aliments	Enfants	Adultes
cabillaud	13 - 13	22 - 23
colin, lieu, merlu, merlan	13 - 14	12 - 12
poisson d'eau douce	0,73 - 0,76	2,8 - 2,9
poisson pané	15 - 15	4,1 - 4,2
poisson prédateur (hors thon blanc)	7,5 - 7,8	13 - 13
sardine	0,42 - 0,43	0,69 - 0,71
saumon	9,1 - 10	6,1 - 6,5
saumon ou truite fumés	1,1 - 1,4	1,3 - 1,5
thon blanc	12 - 13	12 - 12

■ Caractérisation du risque

Selon l'hypothèse LB/UB, respectivement 7,3 % [5,7 - 9,2] et 7,4 % [5,8 - 9,4] des enfants dépassent la VTR de $0,1 \mu\text{g kg pc}^{-1} \text{j}^{-1}$ (Tableau 26). Chez les adultes, on note 4 % [3,0 - 5,3] de dépassement de la VTR quelle que soit l'hypothèse. Plus spécifiquement, 2,3 % [1,3 - 3,9] des femmes en âge de procréer (18-44 ans) dépassent la VTR.

Parmi les individus dont l'exposition dépasse la VTR, le niveau d'exposition représente en moyenne 1,9 fois la VTR chez les enfants, et 2,2 fois la VTR chez les adultes.

Les dépassements sont observés chez des individus ayant des niveaux de consommation significativement plus élevés de poissons (en moyenne 604 g/sem vs. 101 g/sem chez les adultes qui ne dépassent pas la VTR, et 326 g/sem vs. 79 g/sem chez les enfants, $p < 0,05$). Dans l'EAT2 (Anses 2011a), une VTR plus élevée avait été utilisée (dose hebdomadaire tolérable provisoire de $1,6 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{sem}^{-1}$ (FAO/WHO 2007), soit environ $0,23 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{j}^{-1}$). Chez les enfants, il était observé 1,11 % de dépassements de la VTR, et 0,84 % chez les adultes. Cependant, les pourcentages de dépassement de la VTR n'ont pas évolué de façon statistiquement significative par rapport à ceux réestimés à partir des expositions de l'EAT2 (Anses 2011a) en tenant compte de la VTR actualisée, quelle que soit l'hypothèse LB/UB.

■ Conclusion et recommandations

Compte tenu des dépassements de la VTR observés chez les enfants et les adultes, il y a un risque lié à l'exposition au méthylmercure. Le CES ERCA rappelle que l'Anses recommande, afin de permettre une couverture optimale des besoins en nutriments tout en limitant le risque de surexposition aux contaminants chimiques dont le méthylmercure, la consommation de 2 portions de poissons par semaine, dont une à forte teneur en acides eïcosapentaénoïque (EPA) et docosahexaénoïque (DHA), en variant les espèces de poisson et les lieux d'approvisionnement (Afssa 2010; Anses 2013a; 2016a). Concernant la différence de concentrations constatée entre bio et conventionnel sur un nombre limité d'échantillons, le CES recommande l'acquisition de données complémentaires pour conclure.

Par ailleurs, en raison du risque lié au méthylmercure, il est recommandé aux femmes enceintes ou allaitantes et aux enfants de moins de 3 ans de limiter la consommation de poissons prédateurs sauvages (lotte (baudroie), loup (bar), bonite, anguille, empereur, grenadier, flétan, brochet, dorade, raie, sabre, thon...), et d'éviter, à titre de précaution, celle d'espadon, marlin, siki, requin et lamproie³⁴. Le CES propose de renforcer la communication pour le suivi de ces recommandations de consommation.

³⁴ <https://www.anses.fr/fr/content/manger-du-poisson-pourquoi-comment>

7.6 Plomb

Le plomb (Pb) est un métal ubiquitaire naturellement présent dans la croûte terrestre. Son utilisation intensive (activités minières, batteries, alliages, plomberie, céramiques, peintures...) est à l'origine d'une forte dispersion dans l'environnement. La population générale y est exposée par voie alimentaire, notamment *via* la consommation d'eau, mais aussi par voie respiratoire, *via* l'air, le sol, les poussières ou le tabac. Du fait de son interdiction depuis les années 90 dans l'essence, mais aussi dans les nouvelles canalisations d'eau et les peintures, le niveau d'exposition a baissé dans les pays industrialisés, dont la France (Etchevers et al. 2014).

Concernant les aliments, le règlement (UE) 2023/915 (Commission Européenne 2023) fixe des teneurs maximales en plomb pour de nombreuses denrées alimentaires (entre 0,010 et 3,0 mg/kg suivant la denrée alimentaire).

Concernant les EDCH, l'arrêté du 30 décembre 2022 modifiant l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des EDCH mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique (CSP) définit une limite de qualité dans les EDCH à 10 µg/L jusqu'au 31 décembre 2035, puis à 5 µg/L à partir du 1^{er} janvier 2036 (*Arrêté du 30 décembre 2022*). Cette limite de qualité s'applique en amont des installations privées³⁵. La limite de qualité au robinet du consommateur « reste fixée à 10 µg/L bien qu'une valeur inférieure à 5 µg/L doit être visée d'ici au 1^{er} janvier 2036 ». Les mesures appropriées pour réduire progressivement la concentration en plomb dans les EDCH au cours de la période nécessaire pour se conformer à la limite de qualité de 5 µg/L sont précisées aux articles R. 1321-48 et R. 1321-49 (dispositions relatives à la mise sur le marché et l'utilisation des matériaux au contact de l'eau (MCDE))³⁶, R. 1321-55 et R. 1321-55-1 (dispositions relatives à l'entretien et au fonctionnement des installations) du CSP. Il est également précisé dans l'arrêté du 30 décembre 2022 que lors de la mise en œuvre des mesures destinées à atteindre la valeur de 5 µg/L, « la priorité est donnée aux cas où les concentrations en plomb dans les EDCH sont les plus élevées ». Pour les eaux de source conditionnées, les dispositions relatives à la limite de qualité du plomb et son abaissement sont identiques aux EDCH (annexe I, tableau B-2 de l'*Arrêté du 14 mars 2007 modifié*). Pour les eaux minérales naturelles (EMN) conditionnées, la limite de qualité est fixée à 10 µg/L (annexe I, tableau B-1 de l'*Arrêté du 14 mars 2007 modifié*) et son abaissement à 5 µg/L en 2036 n'est prévu que pour les EMN pouvant être utilisées pour l'alimentation des nourrissons (*Annexe IV de l'arrêté du 14 mars 2007 modifié*).

L'étude de biosurveillance Esteban (2014-2016) de Santé publique France montre que le plomb est quantifié dans le sang de tous les enfants et les adultes enquêtés (Oleko et al. 2020). Les moyennes géométriques de concentration de plomb dans le sang (plombémie) chez les enfants et les adultes sont respectivement de 9,89 et 18,50 µg.L⁻¹ (95^e centile =

³⁵ Fait référence au réseau intérieur de distribution, c'est-à-dire les canalisations et appareillages installés entre les robinets qui sont normalement utilisés pour les eaux destinées à la consommation humaine, dans des lieux publics comme dans des lieux privés, et le réseau public de distribution mais seulement lorsqu'ils ne relèvent pas de la responsabilité de la personne responsable de la production ou de la distribution d'eau (article R. 1321-43 du CSP).

³⁶ À noter que la liste positive européenne des compositions autorisées pour la fabrication des matériaux métalliques au contact de l'EDCH (MCDE) qui entrera en application le 31 décembre 2026 (Décision d'exécution (UE) 2024/367 de la Commission du 23 janvier 2024) ne contient que des alliages métalliques capables de satisfaire la limite de qualité de 5 µg/L. Toutefois une période transitoire sera possible jusqu'au 31 décembre 2032 pour les matériaux déjà autorisés au niveau national.

21,66 et 50,53 $\mu\text{g.L}^{-1}$, respectivement), en baisse par rapport aux précédentes études (Huel et al. 1997; 2002; Bretin et al. 2008; Etchevers et al. 2013; Tagne-Fotso et al. 2016; Nisse et al. 2017; Oleko et al. 2020).

■ Caractérisation du danger

Chez l'Homme, après une exposition orale, l'absorption moyenne des formes solubles du plomb est de 15 à 20 % mais elle peut atteindre 60 % chez le sujet à jeun. Elle est plus élevée chez les enfants que chez les adultes. Une fois absorbé, le plomb est principalement distribué dans le sang, où il se lie majoritairement aux globules rouges. Il est ensuite stocké dans le foie et les reins, ainsi que dans les os où il s'accumule au fil du temps (durée de demi-vie dans l'os allant de 10 à 30 ans). L'élimination se fait principalement par voie urinaire et fécale. Le plomb a une demi-vie sanguine d'environ 30 jours (JECFA 2011b; EFSA 2010).

Chez les enfants, le plomb cible principalement le système nerveux central, entraînant une neurotoxicité. Une plombémie élevée est associée à une diminution du quotient intellectuel (QI) et des capacités cognitives. Chez l'adulte, le plomb peut également entraîner une pression artérielle élevée, des problèmes rénaux et hématologiques (EFSA 2010).

De nombreuses preuves expérimentales montrent que de fortes doses de divers composés de plomb solubles dans l'eau et insolubles peuvent induire des tumeurs à différents sites chez les rongeurs. Cependant, le plomb n'a pas d'activité génotoxique directe. Les doses mises en œuvre induisant des tumeurs dans les expériences sur les rongeurs sont très élevées par rapport au niveau d'exposition humaine *via* l'alimentation.

Le CIRC³⁷ a classé le plomb inorganique et les composés du plomb comme « probablement cancérogènes pour l'Homme » (groupe 2A) en 2006. Ce classement repose sur des études épidémiologiques menées chez des travailleurs exposés par inhalation et ingestion, montrant une augmentation du risque de cancer de l'estomac et du cerveau.

En ce qui concerne le potentiel de perturbation endocrinienne, le plomb est classé dans la base DEDuCT³⁸ (catégorie III : preuves provenant uniquement d'expériences *in vivo* sur des rongeurs).

La valeur repère (VR) la plus récente est une plombémie critique de 15 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (VTR interne) établie par l'Anses en 2013, correspondant à une BMDL₁₀ pour un apport externe de 0,63 $\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (Anses 2013b). Cette BMDL₁₀ a donc été retenue (Tableau 29) pour les adultes et pour les enfants. Elle est associée à une augmentation de 10 % de la prévalence de la maladie rénale chronique. De plus, cette VTR interne repose sur une étude clé et une méthode de calcul jugées robustes, avec des preuves suffisantes quant à l'effet critique sur la base de données humaines.

En cohérence avec la méthode mise en œuvre dans l'EATi (2010) pour les effets neurodéveloppementaux. Cette valeur a été retenue pour la robustesse de son étude clé et de sa méthode de calcul, et parce qu'elle est basée sur des données humaines (EFSA 2010).

Les autres valeurs repères identifiées et non retenues figurent en Annexe 1.

³⁷ <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>

³⁸ <https://cb.imsc.res.in/deduct/>

Tableau 29 : Valeurs repères sélectionnées pour le plomb

Organisme (année)		Anses (2013b)	EFSA (2010)
Nom et valeur		VTR interne = 15 µg.L ⁻¹ (correspondant à une BMDL ₁₀ de 0,63 µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹ en apport externe, selon EFSA (2010))	BMDL ₀₁ = 0,5 µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹ (correspondant à une plombémie de 12 µg.L ⁻¹)
Population cible		Population générale (adultes et enfants)	Population générale (enfants)
Effet critique		Néphrotoxicité (maladie rénale chronique)	Neurotoxicité développementale (baisse d'un point de QI)
Etude clé	Référence	Navas-Acien et al. (2009)	Lanphear et al. (2005)
	Population de l'étude ou espèce	Homme (adultes)	Homme (enfants)
	Durée d'exposition	Chronique	Chronique
Marge d'exposition critique		10 ^a	10 ^b

VTR : valeur toxicologique de référence, BMDL : *Benchmark dose lower bound*, QI : quotient intellectuel, NA : non applicable

^a L'Anses en 2013 n'a pas proposé de MOE critique associée à la BMDL₁₀ de 0,63 µg (kg pc)⁻¹ j⁻¹ en apport externe calculé par l'EFSA en 2010. L'EFSA indique "a margin of exposure of 10 or greater would be sufficient to ensure that there was no appreciable risk of a clinically significant change in the prevalence of CKD. Indeed, overall, the risk at MOEs of greater than 1.0 would be very low". Compte tenu de cet intervalle entre 1 et 10, le CES ERCA a retenu une MOE critique de 10 pour être protecteur.

^b L'EFSA indique "a margin of exposure of 10 or greater should be sufficient to ensure that there was no appreciable risk of a clinically significant effect on IQ. At lower MOEs, but greater than 1.0, the risk is likely to be low, but not such that it could be dismissed as of no potential concern". Compte tenu de cet intervalle entre 1 et 10, le CES ERCA a retenu une MOE critique de 10 pour être protecteur.

■ Description des concentrations dans les aliments

Le plomb est détecté dans 99,7 % des 718 échantillons analysés. La synthèse des concentrations par groupe d'aliments est présentée dans le Tableau 30. Selon les matrices, les limites de détection et de quantification varient de 0,006 à 0,83 µg/kg et de 0,02 à 2,50 µg/kg, respectivement. Il est noté une baisse des limites analytiques par rapport à l'EAT2. Les concentrations les plus élevées sont retrouvées dans des échantillons du groupe condiments, herbes et épices. Il s'agit notamment des deux échantillons d'herbes aromatiques sèches (380 et 353 µg/kg), du sel (278 µg/kg) et des deux échantillons d'épices (206 et 201 µg/kg). Aucun échantillon ne dépasse la teneur maximale réglementaire fixée par la réglementation (Commission Européenne 2023).

Pour rappel, les concentrations dans l'eau du robinet retrouvées dans la base SISE-Eaux et utilisées dans l'EAT3 pour évaluer l'exposition des individus sont comprises en moyenne entre 1,9 et 2,9 µg/L (P75 = 2,4 à 3,4 µg/L) (Tableau 6 page 33).

Les niveaux de concentration des aliments de l'EAT3 sont plus bas que ceux des aliments de l'EAT2 (Anses 2011a), en moyenne de -55 %, IC_{95%} [-62 ; -48] (p<0,01) (cf. 5.1.2. Estimation des évolutions entre EAT2 et EAT3).

Les diminutions concernent 83 % des aliments, et les diminutions les plus importantes entre les deux EAT sont observées pour des boissons (eaux minérales naturelles et eaux de source, boissons rafraîchissantes sans alcool ou encore du lait : de -80 à -99 %). En revanche, la concentration a augmenté pour 17 % des aliments, notamment pour certains légumes (ex : mélange de légumes, endive, céleri, courgette, jusque +300 %).

Tableau 30 : Estimation de la concentration en plomb dans les aliments (µg/kg poids frais)

Groupes d'aliments (Nb aliments)	Nb ech (conv/bio)	% détection	% quantifi- cation	Moy (LB-UB)*	Min	p25	p50	p75	Max
Pain et panification sèche raffinés (5)	9/9	100	100	7,7	1,9	4,6	6,1	7,5	23
Pain et panification sèche complets ou semi-complets (4)	6/6	100	100	6,8	3,7	4,7	6,5	7,8	13
Céréales pour petit déjeuner (8)	8/8	100	100	8,1	1,9	4,2	6,4	10	23
Pâtes, riz, blé raffinés (3)	3/3	100	83	3,1-3,2	NQ	2,2	2,8	4,1	4,9
Pâtes, riz, blé complets et semi-complets (3)	3/3	100	100	4,9	2,3	2,5	2,9	3,8	15
Viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés (16)	26/22	100	100	7,0	1,8	4,1	5,9	8,3	32
Laits (3)	4/4	100	100	0,69	0,53	0,64	0,67	0,76	0,84
Yaourts et fromages blancs (11)	21/17	100	66	1,3-1,6	NQ	NQ	1,4	1,8	3,1
Fromages (8)	15/15	100	100	5,0	2,3	3,7	4,5	5,4	15
Entremets et crèmes desserts (5)	9/9	100	56	2,1-2,4	NQ	NQ	1,5	2,4	6,6
Glaces, desserts glacés et sorbets (2)	2/2	100	100	2,6	1,6	-	2,6	-	3,6
Matières grasses animales (4)	8/6	100	57	1,4-1,8	NQ	NQ	1,4	1,9	3,6
Matières grasses végétales (5)	6/7	100	38	2-2,9	NQ	NQ	NQ	2,9	6,0
Oufs et plats à base d'œufs (2)	4/4	100	50	1,5-1,9	NQ	NQ	NQ	2,2	2,8
Viandes (hors volailles) (5)	10/10	100	65	2-2,2	NQ	NQ	1,7	2,3	7,7
Volailles (3)	6/4	100	70	1,5-1,8	NQ	NQ	1,5	1,9	3,4
Charcuterie (9)	15/14	100	100	5,8	1,9	3,8	4,4	6,8	17
Abats (5)	5/3	100	100	14	2,7	6,0	12	20	32
Poissons (9)	13/4	100	59	4,6-4,9	NQ	NQ	NQ	2,3	54
Crustacés et mollusques (6)	7/2	100	100	34	6,6	8,7	13	32	120
Légumes (24)	37/37	100	100	8,3	1,3	3,5	6,6	11	27
Légumineuses (3)	2/3	100	100	5,7	4,7	4,8	5,2	6,3	7,5
Pommes de terre (5)	9/8	100	94	2,0-2,1	NQ	1,5	1,8	2,6	3,9
Fruits frais, au sirop et compotes (17)	24/23	100	91	2,8-2,9	NQ	1,8	2,8	3,9	5,8
Noix et fruits oléagineux (3)	4/4	100	100	24	1,9	3,2	19	38	61
Confiserie et chocolat (8)	8/4	100	92	11	NQ	7,0	8,6	12	30
Sucre et matières sucrantes (3)	3/3	67	67	3,1-3,4	ND	NQ	3,5	4,7	6,7
Eaux embouteillées (10)	10/0	100	80	0,05-0,052	NQ	0,026	0,035	0,072	0,13
Boissons rafraîchissantes sans alcool (7)	7/0	100	86	0,81-0,84	NQ	0,53	1,0	1,1	1,2
Jus de fruits (6)	10/10	100	100	2,2	0,39	0,8	1,5	2,1	11
Boissons alcoolisées (6)	6/3	100	100	5,5	0,61	1,4	2,0	9,7	16
Boissons chaudes (8)	11/11	100	100	1,4	0,42	0,58	1,1	1,9	4,4
Soupes (1)	1/1	100	100	3,9	3,5	-	-	-	4,3
Plats à base de viandes (7)	12/12	100	100	5,8	2,6	4,1	5,6	7,0	9,9
Plats à base de poissons (5)	5/0	100	100	15	2,8	3,4	3,8	5,1	59
Plats à base de légumes (4)	5/5	100	100	5,6	2,6	4,8	5,5	6,4	8,2
Plats à base de pommes de terre ou de céréales (7)	12/12	100	100	3,2	1,6	2,4	2,9	3,8	8,2
Salades composées (7)	8/6	100	100	5,0	2,2	3,5	4,5	6,4	9,1
Sandwich, pizzas et tartes salées (9)	16/12	100	100	5,1	2,5	3,6	4,6	5,8	15
Chips et biscuits salés (3)	3/2	100	100	7,1	4,3	5,2	6,0	7,9	12
Substituts de produits animaux à base de soja et autres végétaux (4)	4/4	100	100	2,5	0,45	1,2	1,7	3,4	6,0
Sauces chaudes et froides (4)	6/6	100	83	6,3-6,6	NQ	3,1	6,5	8,7	12
Condiments, herbes et épices (8)	9/8	100	100	110	2,9	13	53	200	380

Dans ce tableau, les statistiques descriptives portent sur l'ensemble des échantillons analysés, bio et conventionnels confondus. Nb : nombre, ech : échantillon EAT3, conv : conventionnel, bio : biologique, LB : *lowerbound*, UB : *upperbound*,

*Si LB=UB, une seule valeur est présentée, ND : non détecté, NQ : non quantifié, - : non calculé en raison d'un trop faible effectif

Aucune différence statistiquement significative n'apparaît entre les concentrations en plomb dans les aliments bio et conventionnels ($p > 0,1$) (cf. 5.1.3. Concentrations selon le type d'agriculture).

■ Évaluation des expositions

Chez les enfants, l'exposition moyenne au plomb est comprise entre $0,18 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (LB) et $0,20 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (UB) (Tableau 31). Au 95^e centile, elle est comprise entre $0,38 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (LB) et $0,41 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (UB).

Chez les adultes, l'exposition moyenne est comprise entre $0,12 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (LB) et $0,13 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (UB). Au 95^e centile, l'exposition est comprise entre $0,23 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (LB) et $0,25 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ (UB).

Chez les enfants comme chez les adultes, l'exposition moyenne a diminué de façon statistiquement significative par rapport à celle précédemment estimée lors de l'EAT2 (Anses 2011a) quelle que soit l'hypothèse LB/UB (-27 à -49 %, $p < 0,05$).

Tableau 31 : Synthèse des résultats d'exposition au plomb et marges d'exposition (estimations et intervalle de confiance à 95%)

Exposition ($\mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$)				Marges d'exposition pour des effets néphrotoxiques ¹	Marges d'exposition pour des effets neurotoxiques ²
Enfants	LB	Moyenne	0,18 [0,17 - 0,19]	3,5 [3,5 - 3,5]	2,8 [2,7 - 2,8]
		95 ^e centile	0,38 [0,38 - 0,39]	1,6 [1,6 - 1,7]	1,3 [1,3 - 1,3]
	UB	Moyenne	0,20 [0,19 - 0,21]	3,2 [3,2 - 3,2]	2,5 [2,5 - 2,5]
		95 ^e centile	0,41 [0,39 - 0,42]	1,5 [1,5 - 1,6]	1,2 [1,2 - 1,3]
Adultes	LB	Moyenne	0,12 [0,11 - 0,12]	5,3 [5,3 - 5,4]	NA
		95 ^e centile	0,23 [0,23 - 0,24]	2,7 [2,7 - 2,7]	
	UB	Moyenne	0,13 [0,12 - 0,13]	5,0 [5,0 - 5,0]	
		95 ^e centile	0,25 [0,24 - 0,25]	2,5 [2,5 - 2,6]	

LB : *lowerbound*, UB : *upperbound*, NA : non appliqué (effets non retenus dans la population adulte)

¹ BMDL₁₀ = $0,63 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ pour des effets néphrotoxiques, marge d'exposition critique = 10

² BMDL₀₁ = $0,5 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{ j}^{-1}$ pour des effets neurotoxiques, marge d'exposition critique = 10

■ Contributeurs à l'exposition

Les principaux groupes d'aliments contributeurs (cf. 5.3. Calcul de la contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne) à l'exposition moyenne au plomb sont, de manière similaire aux résultats de l'EAT2, l'eau du robinet, responsable de 12 à 19 % (minimum – maximum) de l'exposition des enfants et de 10 à 16 % de l'exposition des adultes, le groupe « pain et panification sèche raffinés », responsable de 11 à 12 % de l'exposition des enfants et 15 à 17 % de l'exposition des adultes, les légumes, responsables de 10 à 11 % de l'exposition des enfants et des adultes, et les fruits frais, au sirop et compotes, responsables de 6 % de l'exposition des enfants et de 5 % de l'exposition des adultes (Tableau 32). Chez les enfants, les viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés sont responsables de 9 % de l'exposition moyenne. Chez les adultes, les boissons alcoolisées sont responsables de 11 à 12 % de l'exposition moyenne, et les boissons chaudes de 5 à 6 %.

Tableau 32 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne au plomb (% min – % max)

Groupes d'aliments	Enfants	Adultes
Pain et panification sèche raffinés	11 - 12	15 - 17
Pain et panification sèche complets ou semi-complets	0,25 - 0,28	0,59 - 0,66
Céréales pour petit déjeuner	2,5 - 2,8	0,53 - 0,57
Pâtes, riz, blé raffinés	3,4 - 3,8	1,9 - 2,1
Pâtes, riz, blé complets et semi-complets	<0,10 - <0,10	<0,10 - <0,10
Viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés	8,6 - 9,4	3,6 - 3,9
Laits	1,1 - 1,2	0,21 - 0,23
Yaourts et fromages blancs	2,2 - 2,7	1,0 - 1,4
Fromages	1,1 - 1,2	1,4 - 1,5
Entremets et crèmes desserts	1,3 - 1,7	0,48 - 0,59
Glaces, desserts glacés et sorbets	0,38 - 0,44	0,18 - 0,20
Matières grasses animales	0,12 - 0,14	0,14 - 0,16
Matières grasses végétales	<0,10 - <0,10	0,10 - 0,14
Oeufs et plats à base d'œufs	0,22 - 0,32	0,16 - 0,23
Viandes (hors volailles)	0,56 - 0,84	0,61 - 0,85
Volailles	0,60 - 0,68	0,46 - 0,53
Charcuterie	1,5 - 1,6	1,3 - 1,4
Abats	0,12 - 0,13	0,58 - 0,63
Poissons	0,57 - 0,70	0,55 - 0,67
Crustacés et mollusques	1,1 - 1,2	2,0 - 2,2
Légumes	9,8 - 11	9,7 - 11
Légumineuses	0,37 - 0,41	0,34 - 0,38
Pommes de terre	1,4 - 1,7	1,0 - 1,2
Fruits frais, au sirop et compotes	5,7 - 6,4	4,5 - 5,0
Noix et fruits oléagineux	0,23 - 0,26	0,38 - 0,42
Confiserie et chocolat	1,7 - 2,0	0,8 - 0,89
Sucre et matières sucrantes	0,22 - 0,29	0,49 - 0,60
Eaux embouteillées	0,20 - 0,23	0,23 - 0,25
Eau du robinet	12 - 19	10 - 16
Boissons rafraîchissantes sans alcool	1,5 - 1,7	0,83 - 1,0
Jus de fruits	2,2 - 2,5	0,81 - 0,89
Boissons alcoolisées	<0,10 - <0,10	11 - 12
Boissons chaudes	4,4 - 4,9	5,2 - 5,7
Soupes	2,1 - 2,4	3,6 - 3,9
Plats à base de viandes	1,5 - 1,6	1,2 - 1,3
Plats à base de poissons	1,5 - 1,7	0,67 - 0,72
Plats à base de légumes	0,66 - 0,74	0,91 - 1,0
Plats à base de pommes de terre ou de céréales	2,4 - 2,6	1,8 - 1,9
Salades composées	1,3 - 1,5	2,7 - 3,0
Sandwich, pizzas et tartes salées	2,6 - 3,0	2,5 - 2,7
Chips et biscuits salés	0,28 - 0,33	0,15 - 0,17
Substituts de produits animaux à base de soja et autres végétaux	<0,10 - <0,10	<0,10 - <0,10
Sauces chaudes et froides	0,96 - 1,1	0,80 - 0,89
Condiments, herbes et épices	1,9 - 2,1	2,2 - 2,4

■ Caractérisation du risque

Chez les enfants, les marges d'exposition (MOE) pour les effets néphrotoxiques (BMDL_{10} de $0,63 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{j}^{-1}$) sont comprises entre 3,2 et 3,5 pour l'exposition moyenne et entre 1,5 et 1,6 pour l'exposition au 95^e centile, selon l'hypothèse UB/LB (Tableau 31). Pour les effets neurotoxiques (BMDL_{01} de $0,5 \mu\text{g (kg pc)}^{-1} \text{j}^{-1}$) les MOE sont comprises entre 2,5 et 2,8 pour l'exposition moyenne et entre 1,2 et 1,3 pour l'exposition au 95^e centile, selon l'hypothèse UB/LB.

Chez les adultes, les MOE pour les effets néphrotoxiques sont comprises entre 5,0 et 5,3 pour l'exposition moyenne et entre 2,5 et 2,7 pour l'exposition au 95^e centile, selon l'hypothèse UB/LB (Tableau 31).

Ces MOE sont inférieures à la MOE critique³⁹ de 10 retenue par le CES ERCA pour les deux types d'effets (Tableau 29), quelle que soit l'hypothèse.

Chez les enfants, à partir du centile 2,5 d'exposition (UB), la MOE est inférieure à 10 (sur la base des effets neurotoxiques). Chez les adultes, à partir du 13^e centile d'exposition (UB), la MOE est inférieure à 10 (sur la base des effets néphrotoxiques).

■ Conclusion et recommandations

Au vu des résultats de l'évaluation des risques chez les enfants comme chez les adultes, l'exposition au plomb suscite une préoccupation sanitaire.

Il convient donc de poursuivre les efforts afin de réduire les concentrations en plomb dans les denrées alimentaires, en particulier dans les principaux contributeurs, c'est-à-dire l'eau du robinet, les pains et produits de panification sèche raffinés, les légumes, les boissons alcoolisées, les viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés, les fruits frais, au sirop et compotes, et les boissons chaudes. Il est nécessaire de conduire des travaux afin d'identifier l'origine de la contamination des aliments par le plomb, qu'elle soit liée aux activités humaines ou à la préparation des aliments, notamment dans les denrées à base de céréales et les boissons alcoolisées (en particulier le vin), mais surtout dans les denrées dont la consommation est recommandée par le programme national nutrition-santé (PNNS) comme les fruits et les légumes par exemple.

■ Recommandations du CES « Eaux » spécifiques à l'eau du robinet

En ce qui concerne l'eau du robinet, qui contribue à hauteur de 10 à 19 % de l'exposition, le CES « Eaux » :

- considère que la réduction de l'exposition de la population au plomb reste un objectif prioritaire de santé publique. Il est recommandé d'anticiper l'entrée en vigueur, en janvier 2036, de la limite de qualité de $5 \mu\text{g/L}$ au robinet du consommateur, en réduisant dès à présent les niveaux de concentration en plomb ;
- rappelle que la réglementation française impose de distribuer une eau à l'équilibre calco-carbonique voire légèrement incrustante (*Arrêté du 11 janvier 2007 modifié*), ce qui permet en particulier de limiter le relargage du plomb par la réglementation relative aux MCDE ;
- recommande d'interdire dès que possible, dans le cadre de la réglementation relative aux MCDE, les alliages métalliques contenant du plomb et ne permettant pas de

³⁹ Pour rappel, une MOE inférieure à la MOE critique traduit une situation de préoccupation sanitaire

satisfaire la limite de qualité de 5 µg/L sans attendre la fin de la période transitoire fixée au 31 décembre 2032 ;

- rappelle la nécessité de remplacement de tous les branchements publics et des canalisations intérieures en plomb (y-compris dans l'habitat privé), ainsi que de développer une politique de sensibilisation des propriétaires et de substitution des canalisations en plomb dans les parties privatives des réseaux d'EDCH. Il encourage la mise en œuvre de diagnostics chez les particuliers, notamment dans l'habitat ancien ;
- rappelle l'importance de réaliser une analyse des risques relative aux installations intérieures de distribution d'EDCH, comme exigée par l'*Arrêté du 30 décembre 2022 relatif à l'évaluation des risques liés aux installations intérieures de distribution d'eau destinée à la consommation humaine* ;
- rappelle que, même si certains fabricants de carafes filtrantes revendiquent une efficacité pour l'élimination de métaux comme le plomb, l'Anses considère qu'elles ne sont pas conçues pour rendre potable une eau qui ne le serait pas (Anses 2016; NF EN 17093).

8 Analyse des incertitudes

Les incertitudes sont inhérentes au processus d'évaluation des risques et peuvent être présentes à toutes les étapes de ce processus : identification et caractérisation des dangers, estimation de l'exposition et caractérisation des risques. L'identification et l'évaluation des sources d'incertitudes dans le cadre de cette étude suivent les recommandations de l'Anses (Anses 2017b; 2023). Les incertitudes liées à la méthode d'expertise peuvent être induites par les données dites « d'entrée », c'est-à-dire les données numériques ou les informations qualitatives sélectionnées à partir du corpus de connaissances existant, et les méthodes et modèles utilisés pour les exploiter. Elles sont divisées en trois sous-classes :

- incertitudes liées à la « sélection des données d'entrée » : elles sont liées au processus même de recherche et de sélection des données d'entrée de l'expertise ;
- incertitudes liées à la « quantité et qualité des données d'entrée » : elles sont induites aussi bien par un manque ou une absence de données que par les limites des données disponibles par rapport à la question posée ;
- incertitudes liées à l'« exploitation des données d'entrée » : elles sont liées aux choix, aux caractéristiques, à la qualité et à l'utilisation des modèles numériques et autres méthodes quantitatives ou qualitatives retenus afin d'exploiter et intégrer les données d'entrée pour obtenir le résultat de l'expertise.

Pour chaque source d'incertitude identifiée, il a été discuté de son impact sur le résultat de l'expertise, c'est-à-dire sur la conclusion de l'expertise quant au risque ou niveau de préoccupation sanitaire liée à l'exposition alimentaire aux substances étudiées. Cette conclusion s'appuie sur la proportion d'individus dont l'exposition individuelle dépasse la VTR ou la comparaison entre les marges d'exposition (calculées à partir de la moyenne et du P95 d'exposition) et une marge critique. La caractérisation de l'impact de chaque source d'incertitude a été réalisée dans la mesure du possible, notamment au regard des données disponibles au moment de l'expertise. Si cette caractérisation n'a pas été possible pour l'ensemble des sources d'incertitude, les efforts déployés permettent néanmoins de fournir un éclairage robuste et substantiel au regard des contraintes de l'exercice.

Les sources d'incertitudes concernent différents volets de l'EAT3 :

- l'utilisation des données de l'étude de consommation INCA3 ;
- l'échantillonnage, comprenant l'identification des aliments, les achats et la préparation des échantillons, et le stockage des sous-échantillons et des échantillons (entre la préparation des sous-échantillons, la préparation des échantillons et l'analyse) ;
- l'analyse des échantillons par les laboratoires ;
- l'évaluation des expositions ;
- la caractérisation du danger (identification et sélection des valeurs repères les plus pertinentes) ;
- la caractérisation du risque.

■ Données de l'étude de consommation INCA3

Les données de l'étude de consommation INCA3 datent de 2014-15 (Anses 2017a), elles ne prennent pas en compte les éventuels changements des pratiques de consommation des dix

dernières années. Les données INCA3 ont été utilisées pour identifier et décrire les aliments sélectionnés pour l'échantillonnage, et pour quantifier les consommations, nécessaires aux calculs des expositions. Cependant, il s'agit de l'enquête de consommation nationale la plus récente, utilisant la méthode de référence de l'EFSA pour le recueil des consommations alimentaires en vue de conduire des évaluations des risques sanitaires (EFSA 2014). Les autres sources de données utilisées pour compléter les informations d'INCA3 lorsqu'elles étaient insuffisantes ou manquantes pour décrire les aliments à échantillonner sont quant à elles plus récentes (2019-21) (Anses 2024b). En l'absence d'enquête de consommation alimentaire de ce type plus récente, il n'est pas possible d'évaluer l'évolution récente des habitudes de consommation et son impact sur le résultat de l'expertise.

Par ailleurs, les incertitudes concernant la méthode de recueil des consommations alimentaires de l'étude INCA3 sont décrites dans le rapport dédié (Anses 2017a). L'impact global de ces incertitudes sur les données de consommations alimentaires n'a pas été évalué au moment de l'étude INCA3.

■ Échantillonnage et stockage

Les concentrations mesurées dans les échantillons ne correspondent pas nécessairement aux concentrations auxquelles chaque individu est exposé. En effet, les concentrations sont mesurées dans des échantillons composés de 12 sous-échantillons, représentant chacun un douzième de la consommation de l'aliment en France. Par exemple, l'aliment « compote de fruit » est composé à 20% de compotes faites maison et à 80% de compotes industrielles. Ainsi, un individu qui consomme toujours des compotes de fruits faites-maison sera exposé, lors de l'estimation de son exposition, à la même concentration qu'un autre individu qui ne consomme que des compotes sous forme industrielle. Les pratiques minoritaires ne sont donc pas prises en compte dans l'aliment « moyen ». Par ailleurs, les aliments ont été prélevés dans 3 départements français alors qu'il peut y avoir une variabilité géographique impactant la concentration de certaines substances dans les produits locaux. A l'échelle individuelle, cela entraîne donc une sur- ou sous-estimation des expositions. Cependant, la concentration moyenne mesurée dans chaque aliment est représentative de l'aliment moyen consommé au sein de la population française (European Commission 2016). En l'absence de données de concentration individuelles, l'amplitude de cette source d'incertitude n'est pas caractérisable.

Après préparation, chaque sous-échantillon a été broyé puis stocké sur des durées pouvant atteindre plusieurs mois (en chambre froide à -18°C pour la plupart des sous-échantillons) dans des pots en polyéthylène téréphtalate (PET), jusqu'à la constitution de l'échantillon final. Ensuite, les échantillons ont été cryobroyés, certains lyophilisés, puis transportés et stockés dans des pots PET jusqu'à l'analyse par le laboratoire. Toutes ces étapes de préparation et de stockage pourraient induire des modifications de la concentration dans les échantillons (contamination croisée, relargage par le contenant ou sorption, dégradation ou concentration). Cependant, pour la première fois dans une EAT, des procédures et des tests ont été mis en place pour limiter l'impact éventuel de la préparation et du stockage en amont et pendant ces étapes pour les substances pour lesquelles il a été considéré que c'était pertinent (Anses 2024b). Dans le cas des ETM analysés dans ce rapport, les résultats des tests spécifiques sur les broyeurs indiquent un impact faible de l'étape du broyage sur les concentrations dans les aliments et ainsi sur la caractérisation du risque. Pour le cas spécifique de l'acrylamide, aucun test n'a été réalisé dans cette étude car considéré comme

non justifié. En conclusion, il est admis que ces différentes étapes peuvent entraîner une sur- ou sous-estimation du risque mais l'impact est considéré comme faible.

■ Analyse des échantillons

Chaque concentration mesurée est encadrée d'une incertitude de mesure liée à la méthode analytique. Cependant, les laboratoires ont été sélectionnés sur la base d'un cahier des charges avec des prérequis en termes de performance analytique et des attendus spécifiques en termes de validation de méthode, de participation à des EIL, de contrôles qualité à mettre en œuvre au cours des analyses (introduction de blancs, matériaux de référence, contrôle des limites analytiques au cours du temps, contrôle des blancs, taux de récupération, analyse en double) (Anses 2024b) (cf. 3.3. Analyse des échantillons). Les résultats d'analyse et les contrôles qualité ont été expertisés par le GT EAT3 pour s'assurer de leur robustesse. Les experts ayant évalué les résultats analytiques considèrent les données robustes et en accord avec les exigences attendues. L'incertitude globale sur la quantification des concentrations peut conduire à une sur- ou sous-estimation des expositions mais compte tenu du cahier des charge imposé, des incertitudes de mesure, des contrôles qualité mis en œuvre et du travail de validation des résultats mené par le GT, l'impact sur le résultat de l'expertise est considéré comme faible.

■ Évaluation des expositions

Le recueil des consommations alimentaires a été réalisé sur 2 ou 3 jours de consommation. Cette durée est supérieure à celle recommandée par l'EFSA (2 jours) mais reste insuffisante pour représenter totalement les consommations habituelles de chaque participant. Une courte durée d'observation augmente la variabilité intra-individuelle et conduit à une augmentation des quantités estimées, et donc des expositions chez les seuls consommateurs. Elle joue également sur l'estimation des centiles et crée un biais de classification des individus au regard de comportements extrêmes, notamment les forts consommateurs. En revanche, elle impacte peu les consommations moyennes estimées au niveau de la population (Lambe et Kearney 1999). Ainsi, les moyennes des expositions alimentaires présentées dans le rapport peuvent être considérées comme robustes. Dans le cas des substances pour lesquelles une BMDL est retenue (acrylamide et plomb), la MOE calculée par rapport à la moyenne d'exposition est déjà inférieure à la MOE critique, ce qui permet de conclure à une préoccupation sanitaire. Ainsi, l'impact de cette incertitude sur le résultat de l'expertise est jugé faible ou négligeable. Pour les substances pour lesquelles une VTR à seuil est retenue (aluminium, cadmium, mercure inorganique et méthylmercure), cette incertitude conduit à une surestimation des expositions les plus élevées et donc à une surestimation du pourcentage de dépassement de la VTR. En l'absence de modélisation statistique visant à réduire la variance intra-individuelle pour l'estimation des expositions usuelles, l'amplitude de l'incertitude est non caractérisable.

L'information sur la proportion de consommation d'aliments bio par les individus d'INCA3 est incomplète. Les données du projet BioNutriNet (BNN) dans la cohorte NutriNet-Santé ont été utilisées (Hercberg et al. 2010) pour compléter les données INCA3. Une méthode semi-probabiliste a été élaborée pour déterminer la proportion de consommation d'aliments bio pour les individus et aliments concernés (Anses 2024b). L'ensemble des simulations produites permet d'obtenir des intervalles de confiance pour les estimations et ainsi d'évaluer les incertitudes liées aux variabilités inter et intra-individuelles en termes de consommation d'aliments bio. Dans le cas des substances pour lesquelles une BMDL est retenue (acrylamide et plomb), la MOE calculée, y compris son intervalle de confiance, est inférieure

à la marge d'exposition critique. Pour les substances pour lesquelles une VTR à seuil est retenue (aluminium, cadmium et méthylmercure), le pourcentage de dépassement de la VTR est significativement supérieur à 0%. Dans le cas du mercure inorganique, aucun individu ne dépasse la VTR. L'incertitude sur la consommation d'aliments bio conduit à une sur- ou sous-estimation des expositions et donc du risque, mais l'amplitude peut être considérée comme nulle ou négligeable.

Il est à noter également que l'échantillon d'individus enquêtés dans BNN n'est pas représentatif de la population française (enquête basée sur du volontariat). Cependant, les individus des deux études (INCA3 et BNN) ont été classés en 18 sous-populations selon les principaux déterminants de la consommation en bio (le sexe, la classe d'âge et le niveau d'études) puis selon leur proportion de consommation en bio (+/- 50 % à l'échelle d'un groupe d'aliments ou de leur régime global). Ce nouveau classement permet d'affiner les proportions de consommation en bio attribuées aux individus INCA3, mais cela peut conduire tout de même à une surestimation des proportions et donc une sur- ou sous-estimation des expositions. L'amplitude de l'incertitude n'est quant à elle pas caractérisable.

La concentration des substances présentes dans l'eau du robinet consommée par chaque individu n'étant pas connue, une moyenne de concentrations a été attribuée selon leur lieu de résidence (commune ou département), en suivant la méthode présentée au chapitre 4.2.2 (Traitement des données de concentration pour le calcul des expositions). Les résultats d'analyse disponibles dans la base de données SISE-Eaux entre 2013 et 2023 ont été utilisés après vérification de leur fiabilité (erreur de remplissage, valeurs atypiques, etc.). Pour l'argent, les données des campagnes exploratoires du LHN de l'Anses ont été utilisées. De plus, les concentrations mesurées dans les échantillons constitués avec de l'eau (café, thé...) ou cuits dans l'eau ne correspondent pas nécessairement aux concentrations auxquelles le consommateur est exposé dans la mesure où les échantillons ont été préparés avec un seul type d'eau. Les concentrations dans les échantillons constitués avec de l'eau du robinet ont été ajustées pour chaque individu en tenant compte de la concentration dans l'eau attribuée à l'individu. Par manque de données, aucune correction n'a été faite pour les aliments cuits dans l'eau. Cette incertitude entraîne une sur- ou sous-estimation des expositions et donc du risque pour l'ensemble des substances. Ceci est d'autant plus vrai pour le plomb, pour lequel les matériaux des branchements privés dans les habitats anciens ont un fort impact sur la concentration dans l'eau du robinet. Au regard des niveaux de concentrations en acrylamide et en argent dans les eaux (tous les résultats sont non quantifiés), l'amplitude de l'incertitude peut être considérée comme nulle ou négligeable. Dans le cas de l'aluminium, du cadmium, du plomb et du mercure inorganique, en absence de données plus précises, l'amplitude de l'impact sur le résultat de l'expertise est non caractérisable. Le méthylmercure n'est pas concerné par cette incertitude car il est considéré non présent dans l'eau du robinet en France métropolitaine.

■ Caractérisation du danger

L'évaluation des risques repose sur une valeur toxicologique de référence ou autre valeur repère. Pour chaque substance, il peut exister plusieurs valeurs repères. Pour l'acrylamide, le plomb, le méthylmercure, le mercure inorganique, le GT DATA-TOX et le CES ERCA ont mis en place une procédure s'appuyant sur des critères de sélection selon le guide d'élaboration et de choix des valeurs de référence de l'Anses, notamment sur la robustesse de l'étude clé et la construction de la valeur. Pour l'aluminium et le cadmium, les VTR ont été élaborées par le CES VSR avec un niveau de confiance qualifié de « moyen-fort » (Anses

2019; 2024a). Chaque valeur repère sélectionnée est entachée d'incertitudes, mais aussi, le cas échéant, la valeur de la MOE critique retenue. L'impact des incertitudes autour du choix et des valeurs sur le résultat de l'expertise n'est pas caractérisable. Pour l'argent, le CES ERCA n'a pas retenu de valeur repère car aucune VTR robuste n'a été identifiée.

■ **Caractérisation du risque**

Dans le cas de l'argent, en l'absence de VTR ou autre valeur repère retenue, il n'est pas possible de conclure quant au risque lié à l'exposition alimentaire. Pour les autres substances, aucune source d'incertitude sur la caractérisation du risque n'a été identifiée.

Pour conclure, pour l'ensemble des substances étudiées dans ce rapport, 10 sources d'incertitudes liées à la méthode mise en place pour l'EAT3 ont été identifiées (Tableau 33).

En présence d'incertitudes dont l'impact est non caractérisable, d'après la méthode décrite dans le guide méthodologique de l'Anses (Anses 2017b; 2023), il n'est pas possible d'évaluer l'impact global des incertitudes sur le résultat de l'expertise.

Tableau 33 : Résumé de l'analyse de l'impact des sources d'incertitude sur la caractérisation du risque liée à l'exposition alimentaire à l'acrylamide, argent¹, aluminium, cadmium, méthylmercure, mercure inorganique et plomb

Étape de l'expertise	Description de la source d'incertitude	Prise en compte	Impact (direction et amplitude) de l'incertitude sur la caractérisation du risque ²
Étude de consommation INCA3	Les données de l'étude de consommation INCA3 datent de 2014-15 (Anses 2017a), elles ne prennent pas en compte les éventuels changements des pratiques de consommation des dix dernières années.	Pas de prise en compte car il s'agit de l'enquête de consommation nationale la plus récente, utilisant la méthode de référence de l'EFSA pour le recueil des consommations alimentaires en vue de conduire des évaluations des risques sanitaires (EFSA 2014).	Non caractérisable (toutes les substances)
Échantillonnage alimentaire et stockage	Les concentrations mesurées dans les échantillons composites ne correspondent pas nécessairement aux concentrations auxquelles un individu est exposé	Le plan d'échantillonnage a été construit de façon à être le plus représentatif possible de la consommation de la population française. Les concentrations ne sont pas forcément représentatives au niveau individuel mais le sont au niveau populationnel.	Sur- ou sous-estimation non caractérisable (toutes les substances)
	Les étapes de préparation et de stockage des sous-échantillons et des échantillons composites peuvent induire des modifications de la concentration dans les échantillons	Des procédures et des tests ont été mis en place pour limiter et contrôler l'impact éventuel de la préparation et du stockage pour les substances considérées comme pertinentes	Sur- ou sous-estimation faible (toutes les substances)

Étape de l'expertise	Description de la source d'incertitude	Prise en compte	Impact (direction et amplitude) de l'incertitude sur la caractérisation du risque ²
Analyse des échantillons	Il y a une incertitude de mesure liée à la méthode analytique	Les laboratoires ont été sélectionnés sur la base d'un cahier des charges avec des prérequis en termes de validation de méthode, de participation à des essais interlaboratoires, de contrôles qualité à mettre en œuvre au cours des analyses (introduction de blancs, matériaux de référence, contrôle des limites analytiques au cours du temps, contrôle des blancs, taux de récupération, contrôle duplicata)	Sur- ou sous-estimation faible (toutes les substances)
Évaluation des expositions	La méthode des rappels de 24h (sur 2 ou 3 jours non consécutifs) ne reflète pas la consommation usuelle	Pas de prise en compte	Surestimation nulle ou négligeable (acrylamide et plomb) ou non caractérisable (aluminium, cadmium, méthylmercure et mercure inorganique)
	L'information sur la proportion de consommation en bio des aliments par les individus d'INCA3 est incomplète	Les données de consommation du projet BioNutriNet (BNN) ont été utilisées (Hercberg et al. 2010) pour compléter les données INCA3. Une méthode semi-probabiliste a été élaborée pour déterminer la proportion de consommation en bio pour les individus et aliments concernés	Sur- ou sous-estimation nulle ou négligeable (toutes les substances)
	L'échantillon d'individus enquêtés dans BNN n'est pas représentatif de la population française	Les individus des deux études (INCA3 et BNN) ont été classés en 18 sous-populations selon les principaux déterminants de la consommation de bio (le sexe, la classe d'âge et le niveau d'études) puis selon leur proportion de consommation en bio (+/- 50% à l'échelle d'un groupe d'aliments ou du régime global)	Sur- ou sous-estimation non caractérisable (toutes les substances)

Étape de l'expertise	Description de la source d'incertitude	Prise en compte	Impact (direction et amplitude) de l'incertitude sur la caractérisation du risque ²
	La concentration en substances dans l'eau du robinet que boit chaque individu n'est pas connue (au domicile ou hors domicile)	Les résultats d'analyse disponibles dans la base de données SISE-Eaux entre 2013 et 2023 ont été utilisés après vérification de la fiabilité des résultats (erreur de remplissage, etc.). Une méthode a été développée pour attribuer les données aux individus selon leur lieu de résidence (commune ou département)	Sur-ou sous-estimation nulle ou négligeable (acrylamide) ou non caractérisable (aluminium, cadmium, mercure inorganique et plomb)
	Les concentrations en substances mesurées dans les échantillons constitués avec de l'eau (café, thé...) ou cuits dans l'eau ne correspondent pas nécessairement aux concentrations auxquelles le consommateur est exposé	Les concentrations dans les échantillons constitués avec de l'eau du robinet ont été ajustées pour chaque individu en tenant compte de la concentration dans l'eau attribuée à l'individu. En l'absence de données, aucune correction n'a été faite pour les aliments cuits dans l'eau	Sur-ou sous-estimation nulle ou négligeable (acrylamide) ou non caractérisable (aluminium, cadmium, mercure inorganique et plomb)
Caractérisation du danger	Il existe plusieurs valeurs repères qui sont entachées d'incertitudes	Pour l'acrylamide, le plomb, le méthylmercure, le mercure inorganique, le GT DATA-TOX et le CES ERCA ont mis en place une procédure d'évaluation en s'appuyant sur des critères de sélection selon le guide d'élaboration des valeurs de l'Anses, notamment sur la robustesse de l'étude clef et la construction de la valeur. Pour l'aluminium et le cadmium, les VTR ont été élaborées par le CES VSR avec un niveau de confiance associé de « moyen-fort »	Non caractérisable (toutes les substances)

¹ Seule l'absence de point de départ toxicologique a un impact sur la conclusion de l'expertise, à savoir sur la caractérisation du risque

² Si une substance n'est pas citée, cela signifie qu'elle n'est pas concernée par la source d'incertitude

9 Conclusions

■ Conclusions du CES « ERCA »

Ce rapport présente les résultats de l'EAT3 concernant l'acrylamide, l'argent, l'aluminium, le cadmium, le mercure inorganique, le méthylmercure et le plomb. Ces résultats permettent d'actualiser le bilan des concentrations, des expositions et l'évaluation du risque sanitaire chronique associé à ces contaminants chimiques de l'alimentation, pour la population générale de 3 à 79 ans, près de quinze ans après l'EAT2.

Il est observé une diminution significative des concentrations moyennes mesurées dans les aliments entre EAT2 et EAT3 pour l'ensemble des substances étudiées, à l'exception du méthylmercure pour lequel aucune différence significative n'est observée. Les diminutions concernent la majorité des aliments comparés. Cependant, pour l'aluminium, le cadmium ou le plomb, une augmentation des concentrations pour certains groupes d'aliments a été constatée notamment pour certains contributeurs majeurs à l'exposition moyenne, comme les produits à base de céréales ou les légumes.

Par ailleurs, il n'est observé aucune différence significative entre les concentrations des aliments issus de l'agriculture biologique et celles des aliments conventionnels pour l'acrylamide, l'argent, le mercure inorganique et le plomb. Pour l'aluminium, les niveaux de concentration moyens des aliments bio sont plus élevés que ceux des aliments conventionnels (en moyenne de 11 %, IC95% [2,4 ; 20], $p < 0,01$). Il en est de même pour le méthylmercure ; cependant, cette observation est basée sur un nombre limité d'échantillons, ce qui requiert l'acquisition de données complémentaires pour conclure. Enfin, pour le cadmium, dans la mesure où les résultats des tests statistiques ne sont pas convergents, il n'est pas possible de conclure quant à une différence entre les concentrations des aliments bio et conventionnels analysés.

Pour la plupart des substances étudiées dans ce rapport, les expositions moyennes ont diminué de façon statistiquement significative par rapport à celles précédemment estimées lors de l'EAT2. L'exposition moyenne au méthylmercure n'a pas significativement évolué. Les rares évolutions à la hausse sont à interpréter avec prudence. En effet, la baisse des limites analytiques entre EAT2 et EAT3 tend à augmenter le taux de détection et ainsi les concentrations sous l'hypothèse basse (LB). Par ailleurs, le changement de méthode entre les études de consommation INCA2 et INCA3 a conduit à un meilleur recueil de certaines consommations, pouvant se traduire par une augmentation de ces consommations et donc des expositions associées.

Pour les substances pour lesquelles une valeur de référence à seuil est retenue, le pourcentage de dépassement de la valeur de référence a significativement évolué entre EAT2 et EAT3 en tenant compte des valeurs considérées dans l'EAT3, uniquement :

- chez les adultes pour l'aluminium, à la baisse ;
- chez les enfants pour le cadmium, à la hausse. Cependant, de la même façon que pour les expositions, cette augmentation du pourcentage de dépassement de la VTR est à relativiser du fait du changement de méthode de recueil des consommations entre les deux études.

Pour conclure, les expositions à l'acrylamide et au plomb suscitent une préoccupation sanitaire et il y a un risque lié à l'exposition à l'aluminium, au cadmium et au méthylmercure. Le risque lié à l'exposition au mercure inorganique peut quant à lui être écarté. En l'absence de point de

départ toxicologique (par manque de données de toxicité par voie orale chez l'animal et chez l'Homme), il n'est pas possible de conclure quant au risque lié à l'exposition à l'argent.

Ainsi, au vu des résultats de l'évaluation des risques, le CES « ERCA » recommande de :

- poursuivre les efforts de réduction des concentrations en acrylamide, aluminium, cadmium, méthylmercure et en plomb et de renforcer la surveillance de la contamination des denrées alimentaires, en particulier pour les principaux contributeurs ;
- mener des études complémentaires pour conforter les résultats et comprendre l'origine de l'acrylamide dans le poivre, les épices et les fruits, qui sont de potentiels contributeurs à l'exposition, non listés dans le règlement UE ;
- mener des études de toxicité permettant d'établir une VTR pour l'argent applicable à la population générale ;
- poursuivre les efforts engagés de réduction des expositions alimentaires au cadmium. En ce sens, des actions cibles à court et moyen termes ont été déterminées (Anses 2026) sur la réduction de l'apport en Cd par les matières fertilisantes, la promotion de l'évolution des pratiques agricoles, et la surveillance continue des intrants agricoles ;
- mener des travaux complémentaires sur la contribution totale du cacao à l'exposition au cadmium ;
- conduire des travaux afin d'identifier l'origine de la contamination des aliments par le plomb, qu'elle soit liée aux activités humaines ou à la préparation des aliments, notamment dans les denrées à base de céréales et les boissons alcoolisées (en particulier le vin), mais surtout dans les denrées dont la consommation est recommandée par le programme national nutrition-santé (PNNS) comme les fruits et les légumes ;
- renforcer la communication pour le suivi des recommandations de consommation de poissons. En effet, l'Anses recommande une couverture optimale des besoins en nutriments tout en limitant le risque de surexposition aux contaminants chimiques dont le méthylmercure, la consommation de 2 portions de poissons par semaine, dont une à forte teneur en EPA et DHA, en variant les espèces de poisson et les lieux d'approvisionnement. Par ailleurs, il est recommandé aux femmes enceintes ou allaitantes et aux enfants de moins de 3 ans de limiter la consommation de poissons prédateurs sauvages (lotte (baudroie), loup (bar), bonite, anguille, empereur, grenadier, flétan, brochet, dorade, raie, sabre, thon, etc.), et d'éviter, à titre de précaution, celle d'espadon, marlin, siki, requin et lamproie (Afssa 2010; Anses 2013a; 2016a).

■ **Recommandations du CES « Eaux » spécifiques au plomb dans l'eau du robinet**

En ce qui concerne l'eau du robinet, qui contribue à hauteur de 10 à 19 % de l'exposition au plomb, le CES « Eaux » :

- considère que la réduction de l'exposition de la population au plomb reste un objectif prioritaire de santé publique. Il est recommandé d'anticiper l'entrée en vigueur, en janvier 2036, de la limite de qualité de 5 µg/L au robinet du consommateur, en réduisant dès à présent les niveaux de concentration en plomb ;
- rappelle que la réglementation française impose de distribuer une eau à l'équilibre calco-carbonique voire légèrement incrustante (*Arrêté du 11 janvier 2007 modifié*), ce qui permet en particulier de limiter le relargage du plomb par la réglementation relative aux matériaux au contact de l'eau (MCDE) ;
- recommande d'interdire dès que possible, dans le cadre de la réglementation relative aux MCDE, les alliages métalliques contenant du plomb et ne permettant pas de satisfaire la limite de qualité de 5 µg/L sans attendre la fin de la période transitoire fixée au 31 décembre 2032 ;

- rappelle la nécessité de remplacement de tous les branchements publics et des canalisations intérieures en plomb (y compris dans l'habitat privé), ainsi que de développer une politique de sensibilisation des propriétaires et de substitution des canalisations en plomb dans les parties privatives des réseaux d'EDCH. Il encourage la mise en œuvre de diagnostics chez les particuliers, notamment dans l'habitat ancien ;
- rappelle l'importance de réaliser une analyse des risques relative aux installations intérieures de distribution d'EDCH, comme exigée par l'*Arrêté du 30 décembre 2022 relatif à l'évaluation des risques liés aux installations intérieures de distribution d'eau destinée à la consommation humaine* ;
- rappelle que, même si certains fabricants de carafes filtrantes revendiquent une efficacité pour l'élimination de métaux comme le plomb, l'Anses considère qu'elles ne sont pas conçues pour rendre potable une eau qui ne le serait pas (Anses 2016; NF EN 17093).

Les résultats d'autres substances feront l'objet de rapports et d'avis successifs et un avis final synthétisera l'ensemble des résultats et établira un bilan global en France de l'exposition chronique aux dangers chimiques de la population par son alimentation.

10 Bibliographie

- AFNOR. 2010. « NF V03-110. Analyse des produits agricoles et alimentaires - Protocole de caractérisation en vue de la validation d'une méthode d'analyse quantitative par construction du profil d'exactitude ».
- . 2013. « NF EN 13804. Produits alimentaires - Dosage des éléments traces - Critères de performance, généralités et préparation des échantillons ».
- . 2018. « NF EN 17093. Appareils domestiques de traitement de l'eau non connectés au réseau d'alimentation en eau - Systèmes de carafes filtrantes d'eau - Exigences de sécurité et de performance, étiquetage et informations à fournir ».
- Afssa. 2005. « Acrylamide : point d'information n°3 ». Saisine n° 2002-SA-0300. Maisons-Alfort : Afssa. <https://www.anses.fr/fr/system/files/RCCP2002sa0300b.pdf>.
- . 2010. « Avis de l'Afssa relatif aux bénéfices / risques liés à la consommation de poissons ». Saisine n°2008-SA-0123. Maisons-Alfort : Afssa. <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2008sa0123.pdf>.
- Amzal, Billy, Bettina Julin, Marie Vahter, Alicja Wolk, Gunnar Johanson, et Agneta Åkesson. 2009. « Population Toxicokinetic Modeling of Cadmium for Health Risk Assessment ». *Environmental Health Perspectives* 117 (8) : 1293-1301. <https://doi.org/10.1289/ehp.0800317>.
- Anses. 2011a. « Etude de l'alimentation totale française 2 (EAT 2) - Tome 1 : contaminants inorganiques, minéraux polluants organiques persistants, mycotoxines, phyto-estrogènes ». Saisine n°2006-SA-0361. Maisons-Alfort : Anses. <https://www.anses.fr/fr/system/files/PASER2006sa0361Ra1.pdf>.
- . 2011b. « Étude de l'alimentation totale française 2 (EAT 2) - Tome 2 : résidus de pesticides, acrylamide, hydrocarbures aromatiques polycycliques. » Saisine n°2006-SA-0361. Maisons-Alfort : Anses. <https://www.anses.fr/fr/system/files/PASER2006sa0361Ra1.pdf>.
- . 2013a. « Avis de l'Anses relatif aux recommandations sur les bénéfices et les risques liés à la consommation de produits de la pêche dans le cadre de l'actualisation des repères nutritionnels du PNNS ». Saisine n°2012-SA-0202. Maisons-Alfort : Anses. <https://www.anses.fr/system/files/NUT2012sa0202.pdf>.
- . 2013b. « Avis relatif aux effets sur la santé associés à des plombémies inférieures à 100 µg/L ». Saisine n°2011-SA-0219. Maisons-Alfort : Anses. <https://www.anses.fr/fr/system/files/CHIM2011sa0219Ra.pdf>.
- . 2016a. « Actualisation des repères du PNNS : révision des repères de consommations alimentaires ». Saisine n°2012-SA-0103. Maisons-Alfort : Anses. <https://hal.science/hal-03337134>.
- . 2016b. « Avis de l'Anses relatif à l'évaluation de l'innocuité et l'efficacité des carafes filtrantes ». Saisine n° 2015-SA-0083. Maisons-Alfort : Anses. <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2015SA0083.pdf>.
- . 2016c. « Etude de l'alimentation totale infantile (EATi) - Tome 1 ». Saisine n°2010-SA-0317. Maisons-Alfort : Anses. <https://www.anses.fr/fr/system/files/ERCA2010SA0317Ra.pdf>.
- . 2016d. « Etude de l'alimentation totale infantile (EATi) - Tome 2 - Partie 2 : composés inorganiques ». Saisine n°2010-SA-0317. Maisons-Alfort : Anses. <https://www.anses.fr/fr/system/files/ERCA2010SA0317Ra-Tome2-Part2.pdf>.
- . 2017a. « Étude individuelle nationale des consommations alimentaires 3 (INCA 3) ». Saisine n°2014-SA-0234. Maisons-Alfort : Anses. <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2014SA0234Ra.pdf>.

- . 2017b. « Illustrations et actualisation des recommandations pour l'évaluation du poids des preuves et l'analyse d'incertitude à l'Anses ». Saisines n°2015-SA-0089 et 2015-SA-0090. Maisons-Alfort : Anses. <https://www.anses.fr/fr/system/files/AUTRE2015SA0089Ra-2.pdf>.
- . 2019. « Avis de l'Anses relatif à l'Exposition au cadmium (CAS n°7440-43-9) – Propositions de valeurs toxicologiques de référence (VTR) par ingestion, de valeurs sanitaires repères dans les milieux biologiques (sang, urine, ...) et de niveaux en cadmium dans les matières fertilisantes et supports de culture permettant de maîtriser la pollution des sols agricoles et la contamination des productions végétales ». Saisine n°2015-SA-0140. Maisons-Alfort : Anses. <https://www.anses.fr/fr/system/files/VSR2015SA0140.pdf>.
- . 2020. « Guide relatif à l'évaluation des dossiers de demandes d'autorisation e mise sur le marché et de permis des matières fertilisantes, des adjuvants pour matières fertilisantes et des supports de culture (Version 2 : juillet 2020 ». Maisons-Alfort : Anses. https://www.anses.fr/fr/system/files/Guide-evaluation-MFSC_2020-07.pdf.
- . 2022. « Évaluation des risques liés à la consommation de nitrates et nitrites ». Saisine n°2020-SA-0106. Maisons-Alfort : Anses. Consulté le 13 mars 2023. <https://hal-anses.archives-ouvertes.fr/anses-04027039>.
- . 2023. « Guide méthodologique pour la planification des expertises, l'analyse d'incertitude, la revue de la littérature et l'évaluation du poids des preuves ». Maisons-Alfort : Anses. <https://anses.hal.science/anses-04276684v1>.
- . 2024a. « Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'élaboration de valeurs toxicologiques de référence (VTR) par voies orale et respiratoire, de VTR interne et de valeur d'imprégnation populationnelle (VIP) pour l'aluminium et ses composés inorganiques ». Saisines n°2023-MPEX-0137. Maisons-Alfort : Anses. <https://www.anses.fr/sites/default/files/AP-VSR2023-MPEX-0137-RA.pdf>.
- . 2024b. « Etude de l'alimentation totale française 3 (EAT3) - Rapport méthode ». Saisine n°2019-SA-0010. Maisons-Alfort : Anses.
- . 2025. « Guide d'élaboration et de choix des valeurs de référence ». Saisines n°2020-SA-0019. Maisons-Alfort : Anses.
- . 2026. « Avis relatifs à la priorisation des leviers d'action pour réduire l'imprégnation de la population française au cadmium selon une approche d'exposition agrégée (saisine 2023-AUTO-0150). Maisons-Alfort : Anses ». Maisons-Alfort : Anses.
- Arrêté du 1er avril 2020 fixant la composition des dossiers de demandes relatives à des autorisations de mise sur le marché et permis de matières fertilisantes, d'adjuvants pour matières fertilisantes et de supports de culture et les critères à prendre en compte dans la préparation des éléments requis pour l'évaluation. .*
- Arrêté du 11 janvier 2007 modifié relatif au programme de prélèvements et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux utilisées dans une entreprise alimentaire ne provenant pas d'une distribution publique, pris en application des articles R. 1321-10, R. 1321-15 et R. 1321-16 du code de la santé publique. .*
- Arrêté du 11 janvier 2007 modifié relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique. .*
- Arrêté du 14 mars 2007 relatif aux critères de qualité des eaux conditionnées, aux traitements et mentions d'étiquetage particuliers des eaux minérales naturelles et de source conditionnées ainsi que de l'eau minérale naturelle distribuée en buvette publique. .*
- Arrêté du 24 décembre 1998 relatif à l'interdiction de mettre sur le marché des thermomètres médicaux à mercure destinés à mesurer la température interne de l'homme. .*
- Arrêté du 30 décembre 2022 modifiant l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation*

humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique. .

Arrêté du 30 décembre 2022 relatif à l'évaluation des risques liés aux installations intérieures de distribution d'eau destinée à la consommation humaine. .

ATSDR. 2012a. « Toxicological profile for Acrylamide. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. » <https://wwwn.cdc.gov/TSP/ToxProfiles/ToxProfiles.aspx?id=1112&tid=236>.

———. 2012b. « Toxicological profile for Cadmium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. » <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.pdf>.

———. 2024. « Toxicological Profile for Mercury, U.S. Department of Health and Human Services ». <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp46.pdf>.

Axelrad, Daniel A., David C. Bellinger, Louise M. Ryan, et Tracey J. Woodruff. 2007. « Dose–Response Relationship of Prenatal Mercury Exposure and IQ: An Integrative Analysis of Epidemiologic Data ». *Environmental Health Perspectives* 115 (4) : 609-15. <https://doi.org/10.1289/ehp.9303>.

Basiotis, P. Peter, Susan O. Welsh, Frances J. Cronin, June L. Kelsay, et Walter Mertz. 1987. « Number of Days of Food Intake Records Required to Estimate Individual and Group Nutrient Intakes with Defined Confidence ». *The Journal of Nutrition* 117 (9) : 1638-41. <https://doi.org/10.1093/jn/117.9.1638>.

Beland, FA. 2010. « Technical report for experiment No. 2150.05 and 2150.07. Genotoxicity and carcinogenicity of acrylamide and its metabolite, glycidamide, in rodents: two year chronic study of acrylamide in B6C3F1 mice and F334 rats. Unpublished study. Submitted to FAO/WHO by the United States National Center for Toxicological Research, Jefferson, AK. »

Bretin, Pierre, Olivier Chanel, Jacques Cheymol, Benoit Cottrelle, Christophe Declercq, et Marcelle Delour. 2008. « Saturnisme : quelles stratégies de dépistage chez l'enfant ? » INSERM. <https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-01570648/document>.

Cheng, Yawen, Joel Schwartz, David Sparrow, Antonio Aro, Scott T. Weiss, et Howard Hu. 2001. « Bone Lead and Blood Lead Levels in Relation to Baseline Blood Pressure and the Prospective Development of Hypertension The Normative Aging Study ». *American Journal of Epidemiology* 153 (2) : 164-71. <https://doi.org/10.1093/aje/153.2.164>.

CIRC. 2024. « List of Classifications. Agents classified by the IARC Monographs, Volumes 1–137 ». 2024. <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications/>.

Cofrac. 2019. « LAB GTA 26 - Analyses de résidus de pesticides et de contaminants organiques dans les denrées alimentaires destinées à l'homme ou aux animaux et les matrices biologiques d'origine animale ».

Commission Européenne. *Règlement (UE) 10/2011 de la Commission du 14 janvier 2011 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires* (r. 10/2011).

———. *Règlement (UE) 231/2012 de la Commission du 9 mars 2012 établissant les spécifications des additifs alimentaires énumérés aux annexes II et III du règlement 1333/2008 du Parlement européen et du Conseil*.

———. *Règlement (UE) 2017/2158 de la Commission du 20 novembre 2017 établissant des mesures d'atténuation et des teneurs de référence pour la réduction de la présence d'acrylamide dans les denrées alimentaires*.

———. *Directive (UE) 2020/2184 du Parlement Européen et du Conseil du 16 décembre 2020 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (refonte)*.

———. *Règlement (UE) 2021/1323 de la Commission Européenne du 10 août 2021 modifiant le règlement (CE) n°1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales en cadmium dans certaines denrées alimentaires*.

- . *Règlement délégué (UE) 2022/931 de la Commission du 23 mars 2022 complétant le règlement (UE) 2017/625 du Parlement européen et du Conseil en établissant des règles pour la réalisation des contrôles officiels en ce qui concerne les contaminants dans les denrées alimentaires* (r. 2022/931).
- . *Règlement (UE) 2023/915 de la Commission du 25 avril 2023 concernant les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires et abrogeant le règlement (CE) n° 1881/2006*.
- . *Décision d'exécution (UE) 2024/367 de la Commission du 23 janvier 2024 portant modalités d'application de la directive (UE) 2020/2184 du Parlement européen et du Conseil en établissant les listes positives européennes des substances de départ, des compositions et des constituants dont l'utilisation est autorisée pour la fabrication de matériaux ou de produits entrant en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine*.
- DGS. 2011. « Instruction DGS/EA4 n°2011/229 du 14 juin 2011 relative aux campagnes nationales de mesures du chlorure de vinyle monomère et des alkylphénols, nitrosamines, acides haloacétiques, haloacétonitriles, trihalométhanes iodés dans les eaux destinées à la consommation humaine ».
- . 2024. « SISE-Eaux. Résultats du contrôle sanitaire de l'eau distribuée commune par commune ».
- Dubuisson, Carine, Ariane Dufour, Sandrine Carrillo, Peggy Drouillet-Pinard, Sabrina Havard, et Jean-Luc Volatier. 2019. « The Third French Individual and National Food Consumption (INCA3) Survey 2014–2015: method, design and participation rate in the framework of a European harmonization process – ERRATUM ». *Public Health Nutrition* 22 (4) : 601-2. <https://doi.org/10.1017/S1368980018003543>.
- EFSA. 2008. « Safety of aluminium from dietary intake. Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Food Contact Materials (AFC) ». *EFSA Journal* 754. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.754>.
- . 2009. « Cadmium in food. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain ». *EFSA Journal*, n° 980 : 139 p. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.980>.
- . 2010. « Scientific Opinion on Lead in Food ». *EFSA Journal* 8 (4). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1570>.
- . 2012. « Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food ». *EFSA Journal*, n° 2012;10(12):2985 : 241 p. <https://doi.org/doi:10.2903/j.efsa.2012.2985>.
- . 2014. « Guidance on the EU Menu methodology ». *EFSA Journal* 12 (12). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3944>.
- . 2015. « Scientific Opinion on acrylamide in food ». *EFSA Journal* 13 (6). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4104>.
- . 2016. « Scientific opinion on the re-evaluation of silver (E 174) as food additive ». *EFSA Journal* 14 (1). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4364>.
- EFSA, FAO, et WHO. 2011. « Towards a harmonised Total Diet Study approach: a guidance document ». *EFSA Journal* 9 (11). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2450>.
- Engström, Annette, Karl Michaëlsson, Yasushi Suwazono, Alicja Wolk, Marie Vahter, et Agneta Åkesson. 2011. « Long-term cadmium exposure and the association with bone mineral density and fractures in a population-based study among women ». *Journal of Bone and Mineral Research* 26 (3) : 486-95. <https://doi.org/10.1002/jbmr.224>.
- Engström, Annette, Karl Michaëlsson, Marie Vahter, Bettina Julin, Alicja Wolk, et Agneta Åkesson. 2012. « Associations between dietary cadmium exposure and bone mineral density and risk of osteoporosis and fractures among women ». *Bone* 50 (6) : 1372-78. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2012.03.018>.

- Etchevers, Anne, Philippe Bretin, Camille Lecoffre, Marie-Laure Bidondo, Yann Le Strat, Philippe Glorennec, et Alain Le Tertre. 2014. « Blood lead levels and risk factors in young children in France, 2008–2009 ». *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 217 (4-5) : 528-37. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2013.10.002>.
- Etchevers, Anne, Pierre Bretin, Alain Le Tertre, Camille Lecoffre, et DSE. 2013. « Imprégnation des enfants français par le plomb en 2008-2009 - Enquête Saturn-Inf 2008-2009 - Enquête nationale de prévalence du saturnisme chez les enfants de 6 mois à 6 ans ». In VS. file:///C:/Users/v.siro/Downloads/37165_11631-ps.pdf.
- European Commission. 2016. « Final Report Summary - TDSEXPOSURE (Total Diet Study Exposure) - CORDIS FP7 Research Program, European Commission. Last update: 14 September 2016 ». <https://cordis.europa.eu/project/id/289108/reporting>.
- FAO/WHO. 2007. « (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization). Safety evaluation of certain food additives and contaminants. Methylmercury. WHO Food Additives Series, 58, 269-315. »
- Fillol, C., A. Oleko, J. Gane, A. Saoudi, et A. Zeghnoun. 2021. « Imprégnation de la population française par les métaux urinaires. Programme national de biosurveillance, Esteban 2014-2016 ». Saint-Maurice : Santé publique France. <https://www.santepubliquefrance.fr>.
- Friedman, M. 1995. « A Lifetime Oncogenicity Study in Rats with Acrylamide ». *Fundamental and Applied Toxicology* 27 (1) : 95-105. <https://doi.org/10.1006/faat.1995.1112>.
- Gaul, L. Edward, et A. H. Staud. 1935. « Clinical spectroscopy: seventy cases of generalized argyrosis following organic and colloidal saliver medication, including a biospectrometric analysis of ten cases ». *Journal of the American Medical Association* 104 (16) : 1387. <https://doi.org/10.1001/jama.1935.02760160011004>.
- Glenn, Barbara S., Karen Bandeen-Roche, Byung-Kook Lee, Virginia M. Weaver, Andrew C. Todd, et Brian S. Schwartz. 2006. « Changes in Systolic Blood Pressure Associated With Lead in Blood and Bone »: *Epidemiology* 17 (5) : 538-44. <https://doi.org/10.1097/01.ede.0000231284.19078.4b>.
- Glenn, Barbara S., Walter F. Stewart, Jonathan M. Links, Andrew C. Todd, et Brian S. Schwartz. 2003. « The Longitudinal Association of Lead with Blood Pressure »: *Epidemiology* 14 (1) : 30-36. <https://doi.org/10.1097/00001648-200301000-00011>.
- Golub, Mari S, et Stacey L Germann. 2001. « Long-term consequences of developmental exposure to aluminum in a suboptimal diet for growth and behavior of Swiss Webster mice ». *Neurotoxicology and Teratology* 23 (4) : 365-72. [https://doi.org/10.1016/S0892-0362\(01\)00144-1](https://doi.org/10.1016/S0892-0362(01)00144-1).
- Golub, Mari S., Stacey L. Germann, Bin Han, et Carl L. Keen. 2000. « Lifelong feeding of a high aluminum diet to mice ». *Toxicology* 150 (1-3) : 107-17. [https://doi.org/10.1016/S0300-483X\(00\)00251-1](https://doi.org/10.1016/S0300-483X(00)00251-1).
- Hercberg, Serge, Katia Castetbon, Sébastien Czernichow, Aurélie Malon, Caroline Mejean, Emmanuelle Kesse, Mathilde Touvier, et Pilar Galan. 2010. « The Nutrinet-Santé Study: a web-based prospective study on the relationship between nutrition and health and determinants of dietary patterns and nutritional status ». *BMC Public Health* 10 (1) : 242. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-10-242>.
- Huel, G, N Fréry, L Takser, G Hellier, J Sahuquillo, et JP Giordanella. 2002. « Evolution of blood lead levels in urban French population (1979-1995) ». *Rev Epidemiol Sante Publique* 50 (3) : 287-95.
- Huel, G, M Jouan, N Fréry, M Huet, et JF Godin. 1997. « Surveillance de la population française vis-à-vis du risque saturnin ». Inserm/Rnsp.
- INERIS. 2024a. « Aluminium ». Portail Substances Chimiques de l'INERIS. 29 mars 2024. <https://substances.ineris.fr/substance/7429-90-5>.

- . 2024b. « Mercure ». Portail Substances Chimiques de l'INERIS. 29 mars 2024. <https://substances.ineris.fr/substance/7439-97-6>.
- INRA. 2004. « Etude de l'alimentation totale française. Mycotoxines, minéraux et éléments traces ». Paris : INRA.
- Institut de veille sanitaire, dir. 2011. *Exposition de la population française aux substances chimiques de l'environnement*. Santé environnement. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire.
- Järup, Lars, Lennart Hellström, Tobias Alfvén, Margareta D Carlsson, Anders Grubb, Bodil Persson, Conny Pettersson, Gunnar Spång, Andrejs Schütz, et Carl-Gustaf Elinder. 2000. « Low level exposure to cadmium and early kidney damage: the OSCAR study ». *Occupational and Environmental Medicine* 57 (10) : 668-72. <https://doi.org/10.1136/oem.57.10.668>.
- JECFA. 1977. « Summary of Toxicological Data of Certain Food Additives, Twenty-first Report No. 12 ». <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v12je19.htm>.
- . 2007. « Safety evaluation of certain food additives and contaminants Prepared by the Sixty-seventh meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Aluminium ». Geneva : WHO. file:///C:/Users/v.sirot/Downloads/67th_2007_aluminium%20from%20all%20sources%20incl%20fa.pdf.
- . 2010. « Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Seventy-third meeting, Geneva, 8–17 June 2010. Summary and Conclusions ». <https://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v63je01.pdf>.
- . 2011a. « Safety evaluation of certain contaminants in food. The Meeting of the Joint FAO WHO Expert Committee on Food Additives 72 ». Geneva : WHO. <https://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v63je01.pdf>.
- . 2011b. « Safety evaluation of certain food additives and contaminants: prepared by the Seventy-third meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) », WHO food additives series ; 64, . <https://iris.who.int/handle/10665/44521>.
- . 2023. « Safety evaluation of certain contaminants in food. Prepared by the ninety-first meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) - WHO additives series 82. Cadmium ».
- JMPR. 1968. « Pesticide residues in food: report of the 1968 Joint Meeting of the FAO Working Party of Experts on Pesticide Residues and the WHO Expert Committee on Pesticide Residues. WHO technical report series; 417 ». Geneva, Switzerland : WHO. <https://www.who.int/publications/i/item/9241204176>.
- Johnson, K. 1986. « Chronic toxicity and oncogenicity study on acrylamide incorporated in the drinking water of Fischer 344 rats ». *Toxicology and Applied Pharmacology* 85 (2) : 154-68. [https://doi.org/10.1016/0041-008X\(86\)90109-2](https://doi.org/10.1016/0041-008X(86)90109-2).
- Kjellström, Tord, et Gunnar F. Nordberg. 1978. « A kinetic model of cadmium metabolism in the human being ». *Environmental Research* 16 (1-3) : 248-69. [https://doi.org/10.1016/0013-9351\(78\)90160-3](https://doi.org/10.1016/0013-9351(78)90160-3).
- Lambe, Joyce, et John Kearney. 1999. « The influence of survey duration on estimates of food intakes – relevance for food-based dietary guidelines ». *British Journal of Nutrition* 81 (S1) : S139-42. <https://doi.org/10.1017/S0007114599000999>.
- Lanphear, Bruce P., Richard Hornung, Jane Khoury, Kimberly Yolton, Peter Baghurst, David C. Bellinger, Richard L. Canfield, et al. 2005. « Low-Level Environmental Lead Exposure and Children's Intellectual Function: An International Pooled Analysis ». *Environmental Health Perspectives* 113 (7) : 894-99. <https://doi.org/10.1289/ehp.7688>.
- Liu, Maodian, Qianru Zhang, Menghan Cheng, Yipeng He, Long Chen, Haoran Zhang, Hanlin Cao, et al. 2019. « Rice life cycle-based global mercury biotransport and human

- methylmercury exposure ». *Nature Communications* 10 (1) : 5164. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13221-2>.
- Nash, Denis, Laurence Magder, Mark Lustberg, Roger W. Sherwin, Robert J. Rubin, Rachel B. Kaufmann, et Ellen K. Silbergeld. 2003. « Blood Lead, Blood Pressure, and Hypertension in Perimenopausal and Postmenopausal Women ». *JAMA* 289 (12) : 1523. <https://doi.org/10.1001/jama.289.12.1523>.
- Navas-Acien, Ana, Maria Tellez-Plaza, Eliseo Guallar, Paul Muntner, Ellen Silbergeld, Bernard Jaar, et Virginia Weaver. 2009. « Blood Cadmium and Lead and Chronic Kidney Disease in US Adults: A Joint Analysis ». *American Journal of Epidemiology* 170 (9) : 1156-64. <https://doi.org/10.1093/aje/kwp248>.
- Nisse, Catherine, Romuald Tagne-Fotso, Mike Howsam, Camille Richeval, Laurence Labat, et Ariane Leroyer. 2017. « Blood and urinary levels of metals and metalloids in the general adult population of Northern France: The IMEPOGE study, 2008–2010 ». *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 220 (2) : 341-63. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2016.09.020>.
- NTP. 1993. « NTP (National Toxicology Program) Toxicology and carcinogenesis studies of mercuric chloride (CAS n° 7487-94-7) in F344/N rats and B6C3F mice (feed studies) ». U.S. Technical Report Series n°345. Department of Health and Human Services. Research Triangle Park. http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/htdocs/LT_rpts/tr408.pdf.
- . 2012. « NTP (National Toxicology Program) Technical Report on the Toxicology and Carcinogenesis Studies of Acrylamide (CAS No. 79-06-1) in F344/N rats and B6C3F1 mice (feed and drinking water studies). NTP TR 575. » NIH Publication No. 12-5917. National Institutes of Health. Public Health Service. U.S. Department of Health and Human Services.
- OEHHA. 2011. « Proposition 65: Proposed Maximum Allowable Dose Level (MADL) for Reproductive Toxicity for Acrylamide. » California Environmental Protection Agency. <https://wwwn.cdc.gov/TSP/ToxProfiles/ToxProfiles.aspx?id=1112&tid=236>.
- Oleko, A., C. Fillol, A. Balicco, M.L. Bidondo, J. Gane, A. Saoudi, et A. Zeghnoun. 2020. « Imprégnation de la population française par le plomb. Programme national de biosurveillance, Esteban 2014-2016 ». Saint-Maurice : Santé publique France. <https://www.santepubliquefrance.fr/docs/impregnation-de-la-population-francaise-par-le-plomb.-programme-national-de-biosurveillance-esteban-2014-2016>.
- Oleko, A., C. Fillol, A. Saoudi, A. Zeghnoun, M.L. Bidondo, J. Gane, et A. Balicco. 2021. « Imprégnation de la population française par le cadmium. Programme national de biosurveillance, Esteban 2014-2016 ». Saint-Maurice : Santé publique France. <https://www.santepubliquefrance.fr>.
- Oleko, A., C. Fillol, A. Zeghnoun, A. Saoudi, et J. Gane. 2021. « Imprégnation de la population française par le mercure. Programme national de biosurveillance, Esteban 2014-2016 ». Saint-Maurice : Santé publique France. <https://www.santepubliquefrance.fr>.
- Palaniappan, U., R.I. Cue, H. Payette, et K. Gray-Donald. 2003. « Implications of Day-to-Day Variability on Measurements of Usual Food and Nutrient Intakes ». *The Journal of Nutrition* 133 (1) : 232-35. <https://doi.org/10.1093/jn/133.1.232>.
- Parlement Européen. *Règlement (CE) No 1333/2008 du Parlement Européen et du Conseil du 16 décembre 2008 sur les additifs alimentaires*.
- . *Règlement (UE) 2019/1009 du Parlement Européen et du Conseil du 5 juin 2019 établissant les règles relatives à la mise à disposition sur le marché des fertilisants UE, modifiant les règlements (CE) no 1069/2009 et (CE) no 1107/2009 et abrogeant le règlement (CE) no 2003/2003*.
- . *Règlement (UE) n° 2024/1849 du Parlement Européen et du Conseil modifiant le règlement (UE) 2017/852 relatif au mercure en ce qui concerne les amalgames dentaires et les autres produits contenant du mercure ajouté faisant l'objet de restrictions à l'exportation, à l'importation et à la fabrication*.

- Poirier, J., H. Semple, J. Davies, R. Lapointe, M. Dziwenka, M. Hiltz, et D. Mujibi. 2011. « Double-blind, vehicle-controlled randomized twelve-month neurodevelopmental toxicity study of common aluminum salts in the rat ». *Neuroscience* 193 (octobre) : 338-62. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2011.05.008>.
- Santé Canada. 2012. « Évaluation de l'exposition à l'acrylamide dans les aliments révisée par Santé Canada ». Santé Canada. https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/fn-an/alt_formats/pdf/securit/chem-chim/food-aliment/acrylamide/rev-eval-exposure-exposition-fra.pdf.
- Slimani, Nadia, Geneviève Deharveng, Ruth U. Charrondière, Anne Linda Van Kappel, Marga C. Ocké, Ailsa Welch, Areti Lagiou, et al. 1999. « Structure of the standardized computerized 24-h diet recall interview used as reference method in the 22 centers participating in the EPIC project ». *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 58 (3) : 251-66. [https://doi.org/10.1016/S0169-2607\(98\)00088-1](https://doi.org/10.1016/S0169-2607(98)00088-1).
- Stokes-Riner, Abbie, Sally W. Thurston, Gary J. Myers, Emeir M. Duffy, Julie Wallace, Maxine Bonham, Paula Robson, et al. 2011. « A longitudinal analysis of prenatal exposure to methylmercury and fatty acids in the Seychelles ». *Neurotoxicology and Teratology* 33 (2) : 325-28. <https://doi.org/10.1016/j.ntt.2010.11.003>.
- Tagne-Fotso, Romuald, Ariane Leroyer, Mike Howsam, Betty Dehon, Camille Richeval, Members of Health Examination Centres of Nord-Pas-de-Calais region network, et Catherine Nisse. 2016. « Current sources of lead exposure and their relative contributions to the blood lead levels in the general adult population of Northern France: The IMEPOGE Study, 2008–2010 ». *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A* 79 (6) : 245-65. <https://doi.org/10.1080/15287394.2016.1149131>.
- Tyl, R. 2000. « Relationship between acrylamide reproductive and neurotoxicity in male rats ». *Reproductive Toxicology* 14 (2) : 147-57. [https://doi.org/10.1016/S0890-6238\(00\)00066-6](https://doi.org/10.1016/S0890-6238(00)00066-6).
- US-EPA. 1991. « Silver Chronic Health Hazard Assessments. Integrated Risk Information System (IRIS). Chemical Assessment Summary. Silver (CASRN 7440-22-4) | IRIS | US EPA ».
- . 2010. « Toxicologicla Review of Acrylamide (CAS No. 79-06-1) In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS). » <https://iris.epa.gov/static/pdfs/0286tr.pdf>.
- Voss, S., U.R. Charrondiere, N. Slimani, A. Kroke, E. Riboli, J. Wahrendorf, et H. Boeing. 1998. « EPIC-SOFT a European dietary assessment instrument for 24-h recalls (EPIC-SOFT ein europäisches Computerprogramm für 24-Stunden-Erinnerungsprotokolle) ». *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft* 37 (3) : 227-33. <https://doi.org/10.1007/s003940050021>.
- Vupputuri, Suma, Jiang He, Paul Muntner, Lydia A. Bazzano, Paul K. Whelton, et Vecihi Batuman. 2003. « Blood Lead Level Is Associated With Elevated Blood Pressure in Blacks ». *Hypertension* 41 (3) : 463-68. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.0000055015.39788.29>.
- WHO. 2013. « Reliable Evaluation of Low-Level Contamination of Food - Addendum of the report on GEMS/Food-EURO Second Workshop of the 26-27th May 1995 ».
- WHO, FAO, et IPCS. 2009. « Chapter 6: Dietary exposure assessment for chemicals in food ». Dans *Environmental health criteria 240. Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food*. . Geneva : World Health Organization. https://incchem.org/documents/ehc/ehc/ehc240_chapter6.pdf.
- WHO-IPCS. 1992. « Cadmium. Environmental Health Criteria vol 134 ». Geneva. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/38998/9241571349-eng.pdf?sequence=1&disAllowed=y>.

ANNEXES

Annexe 1 : Informations complémentaires sur les différentes substances

■ Acrylamide

- Numéro CAS/ECHA
N°CAS : 79-06-1
N°ECHA : 201-173-7
- Classification CLP⁴⁰ (voie orale, harmonisée) :
 - Toxicité aiguë (par voie orale), catégorie 3 ; H301
 - Mutagénicité sur les cellules germinales, catégorie 1B ; H340
 - Cancérogénicité, catégorie 1B ; H350
 - Toxicité pour la reproduction, catégorie 2 ; H361f
 - Toxicité spécifique pour certains organes cibles – Exposition répétée, catégorie 1 ; H372

Tableau 34 : Autres valeurs repères identifiées et non retenues pour l'acrylamide

Organisme (année)	US-EPA (2010)	US-EPA (2010)	JECFA (2011)	JECFA (2011)	ATSDR (2012)	OEHHA (2011)
Valeur de référence	RfD = 0,002 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹	Oral Slope Factor = 0,5 mg(kg pc) ⁻¹ j ⁻¹	-	-	MRL = 0,001 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹	MADL = 140 µg j ⁻¹
Effet critique	Dégénérescence nerveuse périphérique (observation microscopique)	Tumeurs de la thyroïde et mésothéliome de la tunique vaginale	Adénome ou adénocarcinome de la glande de Harder	Tumeurs mammaires	Dégénérescence du nerf sciatique	Toxicité pour la reproduction masculine
Étude clé	Johnson (1986)	Johnson (1986)	Beland (2010)	Beland (2010)	Friedman (1995)	Tyl (2000)
Espèce	Rats	Rats	Souris	Rats	Rats	Rats
Voie d'exposition	Orale	Orale	Orale	Orale	Orale	Orale
Durée d'exposition	2 ans	2 ans	2 ans	2 ans	2 ans	10 semaines
Point de départ	BMDL ₅ = 0,27 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹	BMDL ₁₀ = 0,15 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹	BMDL ₁₀ = 0,18 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹	BMDL ₁₀ = 0,31 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹	BMDL ₅ = 0,000240096 mM	NOAEL = 2 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹
Ajustements	NA	NA	NA	NA	NA	NOAEL x 70 kg/1000
MOE critique	NA	NA	10 000	10 000	NA	NA
Facteurs d'incertitude	30 (FI _H = 10, FI _A = 3)	NA	NA	NA	30 (FI _H = 10, FI _A = 3)	NA

RfD : Reference dose, MRL : Minimum risk level, MADL : Maximum allowable daily level, BMDL : Benchmark dose lower bound, NOAEL : No observable adverse effect level, NA : Non applicable, MOE : marge d'exposition, FI_H : Facteur d'incertitude lié à la variabilité interindividuelle, FI_A : Facteur d'incertitude lié à la variabilité inter-espèces.

Inventaire de décembre 2022

⁴⁰ <https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals> ; <https://echa.europa.eu/fr/guidance-documents/guidance-on-clp>

■ Aluminium

- Numéro CAS/ECHA
N°CAS : 7429-90-5
N°ECHA : 231-072-3
- La classification CLP⁴¹ n'est pas renseignée dans cette annexe car elle n'est pas adaptée à la problématique de la toxicité de l'aluminium par voie alimentaire

Tableau 35 : Autres valeurs repères identifiées et non retenues pour l'aluminium

Organisme (année)	ATSDR (2008)	EFSA (2008)	JECFA (2011)
Valeur de référence	MRL = 1 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹	DHT = 1 mg (kg pc) ⁻¹ sem ⁻¹	DHT = 2 mg (kg pc) ⁻¹ sem ⁻¹
Effet critique	Toxicité neuromusculaire	Neurotoxicité développementale	Neurotoxicité développementale
Étude clé	Golub et al. (2000)	Golub et Germann (2001)	Poirier et al. (2011)
Espèce	Souris	Souris	Rats
Voie d'exposition	Orale	Orale	Orale
Durée d'exposition	Conception à 2 ans	Conception à 35 jours	1 an
Point de départ	LOAEL = 100 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹	LOAEL = 50 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹ NOAEL = 10 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹	NOAEL = 30 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹
Ajustements	NA	NA	NA
Facteurs d'incertitude	300 (FI _A = 10, FI _H = 10, FI _L = 3), facteur de modification de 0,3 pour la différence de biodisponibilité	300 (FI _A = 10, FI _H = 10, FI _L = 3) 100 (FI _A = 10, FI _H = 10, FI _L = 1)	100 (FI _A = 10, FI _H = 10)

MRL : *Minimal risk level*, DHT : dose hebdomadaire tolérable, LOAEL : *Lowest observed adverse effect level*, NOAEL : *No observed adverse effect level*, NA : Non applicable, FI_A : Facteur d'incertitude lié à la variabilité inter-espèces ; FI_H : Facteur d'incertitude lié à la variabilité interindividuelle ; FI_{L/B} : Facteur d'incertitude lié au type de point de départ. Inventaire de février 2025

⁴¹ <https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals> ; <https://echa.europa.eu/fr/guidance-documents/guidance-on-clp>

■ Argent

- Numéro CAS/ECHA
N°CAS : 7440-22-4
N°ECHA : 231-111-3
- La classification CLP⁴² n'est pas renseignée dans cette annexe car elle n'est pas adaptée à la problématique de la toxicité de l'argent par voie alimentaire

Tableau 36 : Valeurs repères identifiées et non retenues pour l'argent

Organisme (année)	EFSA (2016)	US-EPA (1991)	JECFA (1977)
Valeur de référence	Informations insuffisantes pour évaluer le risque lié à l'argent en tant d'additif alimentaire	RfD = 0,005 mg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹	Pas de valeur de référence proposée
Effet critique	NA	Argyrie	NA
Étude clé	NA	Gaul et Staud (1935)	NA
Espèce	NA	Homme	NA
Voie d'exposition	NA	Intraveineuse	NA
Durée d'exposition	NA	2 à 9 ans	NA
Point de départ	NA	LOAEL = dose totale de 1 g convertie en dose orale de 0,014 mg (kg pc) ⁻¹ .j ⁻¹	NA
Ajustements	NA	0,04 (IV → oral) 70 kg (pc adulte) 25500 jours (durée de 70 ans)	NA
Facteurs d'incertitude	NA	FI _H = 3	NA

RfD : Reference dose, NA : Non applicable, LOAEL : *Lowest observable adverse effect level*, IV : intraveineuse, FI_H : Facteur d'incertitude lié à la variabilité interindividuelle. Inventaire d'avril 2023

⁴² <https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals> ; <https://echa.europa.eu/fr/guidance-documents/guidance-on-clp>

■ Cadmium

- Numéro CAS/ECHA
N°CAS : 7440-43-9
N°ECHA : 231-152-8
- La classification CLP⁴³ n'est pas renseignée dans cette annexe car elle n'est pas adaptée à la problématique de la toxicité du cadmium par voie alimentaire

Tableau 37 : Autres valeurs repères identifiées et non retenues pour le cadmium

Organisme (année)	EFSA (2009)	JECFA (2010)	ATSDR (2012)
Valeur de référence	DHT = 2,5 µg (kg pc) ⁻¹ sem ⁻¹	DMTP = 25 µg (kg pc) ⁻¹ mois ⁻¹	MRL = 0,1 µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹
Effet critique	Effets rénaux (atteinte tubulaire)	Effets rénaux (atteinte tubulaire)	Effets rénaux (atteinte tubulaire)
Étude clé	Analyse poolée de 35 études épidémiologiques	Analyse poolée de 35 études épidémiologiques	Järup et al. (2000) (identification de l'effet critique) + Méta-analyse de 7 études épidémiologiques
Espèce	Homme	Homme	Homme
Voie d'exposition	Orale	Orale	Orale
Durée d'exposition	Chronique	Chronique	Chronique
Point de départ	BMDL ₅ = 4 µg Cd.g ⁻¹ créatinine + application d'un facteur d'ajustement de 3,9 pour tenir compte de la variabilité inter-individuelle → PoD = 1 µg Cd.g ⁻¹ créatinine	BMDL ₅ = 5,24 (4,94-5,57) µg Cd.g ⁻¹ créatinine	BMDL ₁₀ = 0,5 µg Cd.g ⁻¹ créatinine
Ajustements	Modèle PBTK de Amzal et al. (2009)	Modèle PBTK de Amzal et al. (2009)	Modèle PBTK de Kjellström et Nordberg (1978)
MOE critique	NA	NA	NA
Facteurs d'incertitude	NA	NA	F _{IH} = 3

DHT : Dose hebdomadaire tolérable, DMTP : Dose Mensuelle Tolérable Provisoire, MRL : *Minimum risk level*, BMDL : *Benchmark dose lower bound*, PoD : point de départ, PBTK : *Physiologically based toxicokinetic*, MOE : marge d'exposition, NA : Non applicable, F_{IH} : Facteur d'incertitude lié à la variabilité interindividuelle. Inventaire de décembre 2024

⁴³ <https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals> ; <https://echa.europa.eu/fr/guidance-documents/guidance-on-clp>

■ **Mercure inorganique**

- Numéro CAS/ECHA
N°CAS : 7439-97-6
N°ECHA : 100-028-454
- Classification CLP⁴⁴ (voie orale, harmonisée) :
 - Toxicité pour la reproduction, catégorie 1B ; H360D
 - Toxicité spécifique pour certains organes cibles – Exposition répétée, catégorie 1 ; H372

■ **Méthylmercure**

- Numéro CAS/ECHA
N°CAS : 22967-92-6
N°ECHA : 100-233-040
- Classification CLP⁴³ (voie orale, Classification et étiquetage notifiés) :
 - Toxicité aiguë (par voie orale), catégorie 2 ; H300
 - Toxicité spécifique pour certains organes cibles – Exposition répétée, catégorie 1 ; H373

Tableau 38 : Autres valeurs repères identifiées et non retenues pour le méthylmercure

Organisme (Année)	FAO/WHO (2007)	EFSA (2012)
Valeur de référence	DHTP = 1,6 µg (kg pc) ⁻¹ sem ⁻¹	DHT = 1,3 µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹
Effet critique	Neurotoxicité développementale	Neurotoxicité développementale (indice de développement psychomoteur)
Étude clé	NTP (1993)	Stokes-Riner et al. (2011)
Espèce	Homme (Féroé)	Homme (Seychelles, Féroé)
Voie d'exposition	Orale	Orale
Durée d'exposition	Chronique	Chronique
Point de départ	BMDL ₀₅ = 12 mg (kg cheveu maternel) ⁻¹ NAEL = 15,3 mg (kg cheveu maternel) ⁻¹	BMDL ₀₅ = 11,5 mg (kg cheveu maternel) ⁻¹
Ajustements	NA	NA
Facteurs d'incertitude	6,4 (FI _H = 2, FI _A = 3,2)	FI _H = 3,2

DHTP : dose hebdomadaire tolérable provisoire, DHT : dose hebdomadaire tolérable, BMDL : *benchmark dose lower bound*, NAEL : *No adverse effect level*, NA : Non applicable, FI_H : Facteur d'incertitude lié à la variabilité interindividuelle, FI_A : Facteur d'incertitude lié à la variabilité inter-espèces. Inventaire de septembre 2023

⁴⁴ <https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals> ; <https://echa.europa.eu/fr/guidance-documents/guidance-on-clp>

■ **Plomb**

- Numéro CAS/ECHA
N°CAS (plomb et ses composés) : 7439-92-1 N°ECHA : 201-173-7
N°ECHA : 231-100-4
- Le plomb et ses composés ne font pas l'objet d'une classification CLP⁴⁵ dans cette annexe car elle n'est pas adaptée à la problématique de la toxicité du plomb par voie alimentaire.

Tableau 39 : Autres valeurs repères identifiées et non retenues pour le plomb

Organisme (année)	EFSA (2010)	EFSA (2010)	JECFA (2011)	JECFA (2011)
Valeur de référence	BMDL ₀₁ = 1,5 µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹ (correspondant à une plombémie de 36 µg.L ⁻¹)	BMDL ₁₀ = 0,63 µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹ (correspondant à une plombémie de 15 µg.L ⁻¹)	Valeur repère = 0,6 µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹ (correspondant à une plombémie de 2,1 µg.dL ⁻¹)	Valeur repère = 1,3 µg (kg pc) ⁻¹ j ⁻¹
Effet critique	Toxicité cardiovasculaire (augmentation de la pression systolique)	Néphrotoxicité (insuffisance rénale chronique)	Neurotoxicité (baisse d'un point de QI chez les enfants)	Toxicité cardiovasculaire (augmentation de la pression systolique)
Etude clé	Cheng et al. (2001), Nash et al. (2003), Vupputuri et al. (2003), Glenn et al. (2003), Glenn et al. (2006)	Navas-Acien et al. (2009)	Lanphear et al. (2005)	Glenn et al. (2003), Nash et al. (2003), Vupputuri et al. (2003), Glenn et al. (2006)
Espèce	Homme (adulte)	Homme (adulte)	Homme (enfant)	Homme (adulte)
Voie d'exposition	Orale	Orale	Orale	Orale
Durée d'exposition	Chronique	Chronique	Chronique	Chronique
Ajustements	NA	NA	NA	NA
MoE critique	10	10	NA	NA
Facteurs d'incertitude	NA	NA	NA	NA

BMDL : *Benchmark dose lower bound*, NA : Non applicable, QI : quotient intellectuel. Inventaire de juin 2023

⁴⁵ <https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals> ; <https://echa.europa.eu/fr/guidance-documents/guidance-on-clp>

Annexe 2 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne des individus dont l'exposition dépasse la VTR

Tableau 40 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne à l'aluminium chez les individus dont l'exposition dépasse la VTR (%min-%max)

Groupes d'aliments	Enfants	Adultes
Pain et panification sèche raffinés	9,4 - 9,5	17 - 17
Pain et panification sèche complets ou semi-complets	0,35 - 0,36	1,0 - 1,1
Céréales pour petit déjeuner	5,6 - 5,7	1,5 - 1,5
Pâtes, riz, blé raffinés	3,9 - 4,0	1,9 - 2,1
Pâtes, riz, blé complets et semi-complets	0,13 - 0,16	<0,10 - <0,10
Viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés	18 - 18	7,8 - 8,0
Laits	0,31 - 0,32	<0,10 - <0,10
Yaourts et fromages blancs	1,1 - 1,2	0,49 - 0,56
Fromages	0,28 - 0,29	0,32 - 0,33
Entremets et crèmes desserts	3,9 - 4,0	1,5 - 1,6
Glaces, desserts glacés et sorbets	0,66 - 0,71	0,36 - 0,38
Matières grasses animales	<0,10 - <0,10	0,10 - 0,11
Matières grasses végétales	<0,10 - <0,10	<0,10 - <0,10
Œufs et plats à base d'œufs	0,12 - 0,12	<0,10 - <0,10
Viandes (hors volailles)	0,39 - 0,40	0,37 - 0,39
Volailles	0,50 - 0,51	0,40 - 0,42
Charcuterie	1,0 - 1,1	0,92 - 1,0
Abats	<0,10 - <0,10	0,13 - 0,14
Poissons	0,45 - 0,45	0,37 - 0,41
Crustacés et mollusques	1,6 - 1,6	2,2 - 2,3
Légumes	7,5 - 7,6	8,8 - 9,1
Légumineuses	0,66 - 0,69	0,69 - 0,73
Pommes de terre	1,7 - 1,7	1,3 - 1,4
Fruits frais, au sirop et compotes	3,6 - 3,7	2,1 - 2,1
Noix et fruits oléagineux	<0,10 - <0,10	0,27 - 0,28
Confiserie et chocolat	6,0 - 6,3	4,0 - 4,1
Sucre et matières sucrantes	0,22 - 0,23	0,62 - 0,66
Eaux embouteillées	<0,10 - <0,10	<0,10 - <0,10
Eau du robinet	0,21 - 0,30	0,20 - 0,29
Boissons rafraîchissantes sans alcool	0,97 - 0,98	0,90 - 0,93
Jus de fruits	1,4 - 1,4	0,59 - 0,62
Boissons alcoolisées	<0,10 - <0,10	0,76 - 0,78
Boissons chaudes	12 - 13	22 - 23
Soupes	2,6 - 2,7	4,4 - 4,6
Plats à base de viandes	1,3 - 1,3	0,77 - 0,85
Plats à base de poissons	0,20 - 0,20	<0,10 - <0,10
Plats à base de légumes	0,83 - 0,86	1,1 - 1,2
Plats à base de pommes de terre ou de céréales	3,0 - 3,1	2,1 - 2,2
Salades composées	1,2 - 1,2	2,7 - 2,8
Sandwich, pizzas et tartes salées	3,0 - 3,2	3,0 - 3,4
Chips et biscuits salés	0,49 - 0,52	0,26 - 0,27
Substituts de produits animaux à base de soja et autres végétaux	0,10 - 0,12	0,18 - 0,19
Sauces chaudes et froides	1,4 - 1,4	0,63 - 0,68
Condiments, herbes et épices	2,3 - 2,4	4,2 - 4,3

Tableau 41 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne au cadmium chez les individus dont l'exposition dépasse la DJT (% min – % max)

Groupes d'aliments	Enfants	Adultes
Pain et panification sèche raffinés	10 - 11	15 - 17
Pain et panification sèche complets ou semi-complets	0,49 - 0,56	0,98 - 1,7
Céréales pour petit déjeuner	2,8 - 3,2	0,34 - 0,47
Pâtes, riz, blé raffinés	4,4 - 4,8	0,34 - 0,59
Pâtes, riz, blé complets et semi-complets	<0,10 - <0,10	<0,10 - <0,10
Viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés	9,9 - 11	2,7 - 5,2
Laits	<0,10 - 0,25	<0,10 - <0,10
Yaourts et fromages blancs	0,12 - 0,49	<0,10 - <0,10
Fromages	<0,10 - 0,12	<0,10 - 0,16
Entremets et crèmes desserts	1,6 - 2,0	0,24 - 0,58
Glaces, desserts glacés et sorbets	0,21 - 0,24	<0,10 - 0,13
Matières grasses animales	<0,10 - <0,10	<0,10 - <0,10
Matières grasses végétales	<0,10 - <0,10	<0,10 - <0,10
Œufs et plats à base d'œufs	0,14 - 0,2	<0,10 - 0,1
Viandes (hors volailles)	<0,10 - 0,18	<0,10 - 0,15
Volailles	0,14 - 0,16	<0,10 - 0,11
Charcuterie	0,33 - 0,4	1,9 - 2,8
Abats	0,29 - 0,32	4,4 - 5,4
Poissons	0,7 - 0,88	0,13 - 0,21
Crustacés et mollusques	3,1 - 3,4	15 - 20
Légumes	8,6 - 9,3	6,3 - 8,0
Légumineuses	<0,10 - <0,10	<0,10 - <0,10
Pommes de terre	20 - 22	22 - 28
Fruits frais, au sirop et compotes	0,97 - 1,4	0,19 - 0,57
Noix et fruits oléagineux	0,1 - 0,13	0,14 - 0,27
Confiserie et chocolat	4,0 - 5,4	1,8 - 4,9
Sucre et matières sucrantes	<0,10 - <0,10	0,11 - 0,24
Eaux embouteillées	<0,10 - <0,10	<0,10 - <0,10
Eau du robinet	<0,10 - 2,5	<0,10 - 1,1
Boissons rafraîchissantes sans alcool	<0,10 - 0,11	<0,10 - <0,10
Jus de fruits	<0,10 - 0,16	<0,10 - <0,10
Boissons alcoolisées	<0,10 - <0,10	0,15 - 0,21
Boissons chaudes	3,7 - 5,0	0,52 - 1,7
Soupes	4,1 - 4,8	6,4 - 8,2
Plats à base de viandes	0,78 - 0,88	0,18 - 0,49
Plats à base de poissons	0,24 - 0,39	<0,10 - <0,10
Plats à base de légumes	0,59 - 0,77	0,3 - 0,7
Plats à base de pommes de terre ou de céréales	6,0 - 6,5	0,55 - 0,9
Salades composées	1,7 - 2,0	0,87 - 1,1
Sandwich, pizzas et tartes salées	2,7 - 3,0	1,1 - 1,4
Chips et biscuits salés	2,2 - 2,6	2,3 - 3,1
Substituts de produits animaux à base de soja et autres végétaux	0,16 - 0,18	<0,10 - 0,37
Sauces chaudes et froides	1,2 - 1,3	0,18 - 0,23
Condiments, herbes et épices	0,2 - 0,26	0,16 - 0,32

Tableau 42 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne au méthylmercure chez les individus dont l'exposition dépasse la VTR (% min – % max)

Groupes d'aliments	Enfants	Adultes
Céréales pour petit déjeuner	<0,10 - 0,26	0 - 0
Pâtes, riz, blé raffinés	<0,10 - 0,43	<0,10 - 0,20
Pâtes, riz, blé complets et semi-complets	<0,10 - <0,10	<0,10 - <0,10
Entremets et crèmes desserts	0 - <0,10	0 - <0,10
Poissons	78 - 79	88 - 88
Crustacés et mollusques	9,1 - 9,5	3,9 - 3,9
Plats à base de poissons	4,2 - 4,4	0,89 - 0,91
Plats à base de pommes de terre ou de céréales	<0,10 - 0,13	<0,10 - <0,10
Salades composées	7,4 - 7,7	7,3 - 7,4
Sandwich, pizzas et tartes salées	0 - <0,10	0 - <0,10

Tableau 43 : Contribution spécifique des poissons à l'exposition moyenne au méthylmercure chez les individus dont l'exposition dépasse la VTR (% min – % max)

Aliments	Enfants	Adultes
cabillaud	18 - 19	23 - 23
colin, lieu, merlu, merlan	14 - 15	7,3 - 7,4
poisson d'eau douce	0,34 - 0,35	3,1 - 3,2
poisson pané	4,4 - 4,7	0,11 - 0,12
poisson prédateur (hors thon blanc)	15 - 16	35 - 35
sardine	0,14 - 0,14	<0,10 - <0,10
saumon	1,9 - 5,4	0,92 - 1,7
saumon ou truite fumés	0,12 - 0,26	<0,10 - 0,11
thon blanc	21 - 22	18 - 18

Annexe 3 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne à l'argent et au mercure inorganique

Cette annexe présente les contributions des groupes d'aliments à l'exposition moyenne à l'argent et au mercure inorganique. Pour ces substances, le taux de censure élevé ne permet pas d'identifier tous les aliments ou groupes d'aliments contributeurs à l'exposition moyenne, ni de quantifier cette contribution.

Identification des contributeurs : Les groupes d'aliments dont la borne minimale de contribution est non nulle sont ceux pour lesquels au moins un aliment présente une détection, voire une quantification, de la substance. Ces groupes contribuent de façon certaine à l'exposition moyenne. Pour les groupes dont la borne minimale de contribution est nulle, il n'est pas possible de déterminer s'ils contribuent ou non à l'exposition.

Quantification des contributions : La contribution de chaque groupe d'aliments est comprise dans l'intervalle présenté (% min – % max). Pour certains aliments, généralement peu consommés l'intervalle est réduit et l'incertitude autour de cette contribution est assez faible. En revanche lorsque l'intervalle est grand (par exemple 0 - 60 %), l'incertitude est forte et il n'est pas possible de savoir si la contribution du groupe à l'exposition moyenne est nulle, faible, ou importante.

Tableau 44 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne à l'argent (% min – % max)

Groupes d'aliments	Enfants	Adultes
Pain et panification sèche raffinés	0 - 57	0 - 36
Pain et panification sèche complets ou semi-complets	0 - 6,3	0 - 3,6
Céréales pour petit déjeuner	0 - 23	0 - 2,6
Pâtes, riz, blé raffinés	0 - 58	0 - 20
Pâtes, riz, blé complets et semi-complets	0 - 2,5	0 - 0,71
Viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés	0 - 65	0 - 21
Laits	0 - 43	0 - 4,2
Yaourts et fromages blancs	0 - 67	0 - 26
Fromages	0 - 26	0 - 11
Entremets et crèmes desserts	0 - 38	0 - 7,1
Glaces, desserts glacés et sorbets	0 - 15	0 - 2,3
Matières grasses animales	0 - 9,1	0 - 3,4
Matières grasses végétales	0 - 5,0	0 - 2,6
Oufs et plats à base d'œufs	0 - 18	0 - 4,8
Viandes (hors volailles)	0 - 38	0 - 16
Volailles	0 - 30	0 - 9,7
Charcuterie	0 - 27	0 - 8,5
Abats	<0,10 - 1,9	<0,10 - 2,5
Poissons	0 - 24	0 - 7,4
Crustacés et mollusques	2,3 - 60	4,7 - 39
Légumes	0,98 - 69	1,2 - 39
Légumineuses	0 - 7,5	0 - 2,4
Pommes de terre	0 - 52	0 - 19
Fruits frais, au sirop et compotes	0 - 72	0 - 38
Noix et fruits oléagineux	0 - 2,1	0 - 1,3
Confiserie et chocolat	0 - 39	0 - 6,0
Sucre et matières sucrantes	0 - 22	0 - 15
Eaux embouteillées	0 - 6,6	0 - 2,8
Eau du robinet	0 - 9,8	0 - 2,8
Boissons rafraîchissantes sans alcool	0,56 - 55	0,21 - 16
Jus de fruits	0 - 40	0 - 8,3
Boissons alcoolisées	0 - 0,62	0 - 15
Boissons chaudes	0,22 - 51	7,3 - 79
Soupes	0 - 44	0 - 29
Plats à base de viandes	0 - 26	0 - 6,6
Plats à base de poissons	0 - 7,1	0 - 1,8
Plats à base de légumes	0 - 14	0 - 6,5
Plats à base de pommes de terre ou de céréales	0 - 49	0 - 17
Salades composées	0 - 26	0 - 16
Sandwich, pizzas et tartes salées	0 - 43	0 - 18
Chips et biscuits salés	0 - 10	0 - 1,9
Substituts de produits animaux à base de soja et autres végétaux	<0,10 - 2,2	<0,10 - 1,1
Sauces chaudes et froides	0 - 19	0 - 5,7
Condiments, herbes et épices	0 - 2,5	0 - 1,2

Tableau 45 : Contribution des groupes d'aliments à l'exposition moyenne au mercure inorganique (% min – % max)

Groupes d'aliments	Enfants	Adultes
Pain et panification sèche raffinés	<0,10 - 19	<0,10 - 28
Pain et panification sèche complets ou semi-complets	0,11 - 1,9	0,35 - 4,5
Céréales pour petit déjeuner	0,56 - 11	0,11 - 3,2
Pâtes, riz, blé raffinés	0,39 - 19	0,17 - 12
Pâtes, riz, blé complets et semi-complets	<0,10 - 0,38	<0,10 - 0,37
Viennoiseries, pâtisseries, gâteaux et biscuits sucrés	1,9 - 38	0,57 - 21
Laits	0 - 12	0 - 2,9
Yaourts et fromages blancs	1,2 - 34	0,47 - 22
Fromages	<0,10 - 6,3	<0,10 - 9,1
Entremets et crèmes desserts	0,11 - 11	<0,10 - 6
Glaces, desserts glacés et sorbets	<0,10 - 3,1	<0,10 - 1,6
Matières grasses animales	<0,10 - 1,9	<0,10 - 2,7
Matières grasses végétales	<0,10 - 0,99	<0,10 - 1,9
Œufs et plats à base d'œufs	0,14 - 5,4	0,15 - 5,4
Viandes (hors volailles)	0,73 - 18	1 - 22
Volailles	0 - 6,9	0 - 6,8
Charcuterie	0,13 - 7,6	<0,10 - 7,3
Abats	<0,10 - 0,3	<0,10 - 1,3
Poissons	1,2 - 8	1,6 - 10
Crustacés et mollusques	0,15 - 0,91	0,26 - 1,7
Légumes	1,6 - 28	2,4 - 35
Légumineuses	0 - 1,4	0 - 1,6
Pommes de terre	0,52 - 21	0,38 - 18
Fruits frais, au sirop et compotes	2,6 - 40	0,47 - 31
Noix et fruits oléagineux	<0,10 - 0,48	<0,10 - 1,2
Confiserie et chocolat	0,81 - 18	0,31 - 7,2
Sucre et matières sucrantes	0 - 4,5	0 - 11
Eaux embouteillées	<0,10 - 1,4	<0,10 - 2,4
Eau du robinet	<0,10 - 8,8	<0,10 - 9,1
Boissons rafraîchissantes sans alcool	0,14 - 13	0,1 - 10
Jus de fruits	0 - 10	0 - 5,8
Boissons alcoolisées	<0,10 - 0,12	<0,10 - 11
Boissons chaudes	0,9 - 22	0,84 - 39
Soupes	1,8 - 29	3,7 - 49
Plats à base de viandes	0,16 - 7,0	0,24 - 6,8
Plats à base de poissons	<0,10 - 0,82	<0,10 - 0,89
Plats à base de légumes	0,23 - 5,8	0,3 - 8,6
Plats à base de pommes de terre ou de céréales	0,79 - 22	0,57 - 18
Salades composées	0,67 - 8,2	1,3 - 17
Sandwich, pizzas et tartes salées	0,51 - 17	0,6 - 19
Chips et biscuits salés	0 - 1,9	0 - 1,3
Substituts de produits animaux à base de soja et autres végétaux	<0,10 - 0,31	<0,10 - 0,61
Sauces chaudes et froides	0,26 - 7,1	0,4 - 9,1
Condiments, herbes et épices	<0,10 - 0,67	<0,10 - 1,5

Notes



AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE
de l'alimentation, de l'environnement et du travail
14 rue Pierre et Marie Curie 94701 Maisons-Alfort Cedex
www.anses.fr