

Etude de l'alimentation totale française

Mycotoxines, minéraux et éléments traces



Coordonnateur
Jean-Charles Leblanc



Etude de l'alimentation totale française

Mycotoxines, minéraux et éléments traces

Liste des auteurs

Jean-Charles Leblanc (Coordonnateur)

Unité de méthodologie d'analyse
du risque alimentaire (Mét@risk)
INRA / INAP-G
16 rue Claude Bernard
75005 Paris

Philippe Verger

Unité de méthodologie d'analyse
du risque alimentaire (Mét@risk)
INRA / INAP-G
16 rue Claude Bernard
75005 Paris

Thierry Guérin

Unité Contaminants Inorganiques
et Minéraux de l'Environnement
AFSSA / LERQAP
23 av. du Général de Gaulle,
94706 Maisons-Alfort Cedex

Jean-Luc Volatier

Observatoire des consommations
alimentaires
AFSSA / DERNS
27-31 av. du Général Leclerc
94706 Maisons-Alfort Cedex

Autres contributeurs

Gloria Calamassi-Tran

Observatoire des consommations
alimentaires - AFSSA / DERNS
27-31 av. du Général Leclerc
94706 Maisons-Alfort Cedex

Gérard Pascal

Direction scientifique NHSA
INRA, 147 rue de l'Université
75007 Paris

Nadège Lemahieu

Unité Contaminants Inorganiques
et Minéraux de l'Environnement
AFSSA / LERQAP
23 av. du Général de Gaulle,
94706 Maisons-Alfort Cedex

Isabelle Tapie

Bureau de la réglementation
alimentaire - MAAPAR / DGAL
251 rue de Vaugirard
75015 Paris

Mélanie Lecomte

Ecole Supérieure de Cuisine Française
28 rue de l'abbé Grégoire
75005 Paris

Alexandra Tard

Observatoire des consommations
alimentaires - AFSSA / DERNS
27-31 av. du Général Leclerc
94706 Maisons-Alfort Cedex

Joëlle Maffre

Observatoire des consommations
alimentaires - AFSSA / DERNS
27-31 av. du Général Leclerc
94706 Maisons-Alfort Cedex

Marie Thisse

Bureau de la réglementation
alimentaire - MAAPAR / DGAL
251 rue de Vaugirard
75015 Paris

Remerciements

Nous tenons à remercier particulièrement monsieur Hubert Ferry-Wilczek, sous-directeur à la Direction générale de l'alimentation du Ministère de l'agriculture lors de l'initiation de ce projet. Son implication dans l'évaluation du risque alimentaire a permis de mobiliser l'énergie et les ressources nécessaires au bon déroulement de cette étude. Il a par ailleurs beaucoup contribué à promouvoir les travaux scientifiques français au niveau des instances nationales et internationales.

les auteurs

Glossaire

- AESA**: Autorité Européenne de Sécurité Sanitaire des Aliments (EFSA :European Food safety Authority)
- AFSSA**: Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (French Food Safety Agency)
- ALARA**: As Low As Reasonably Achievable
- ANC**: Apports Nutritionnels Conseillés (RDA: Recommended Dietary Allowances)
- ANM**: Apport Nutritionnel Minimum (LTI: Lowest Threshold Intake)
- ASPCC**: Association Sucre/Produits Sucrés, Communication-Consommation
(Sugar/Sugared Products Communication-Consumption Association)
- BNM**: Besoin Nutritionnel Minimum (LTI: Lowest Threshold Intake)
- CAC**: Commission du Codex Alimentarius (CAC: Codex Alimentarius Commission)
- CCFAC**: Codex Committee on Food Additives and Contaminants
- CE**: Communauté Européenne (EC: European Community)
- CIQUAL**: Centre Informatique sur la QUalité des ALiments (Food Quality Computer Centre)
- CIRC**: Centre International de Recherche sur le Cancer (IARC: International Cancer Research Agency)
- CREDOC**: Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de Vie
(Research Centre for the Study and Observation of Living Conditions)
- CSAH**: Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine (SCF: Scientific Committee on Food)
- CSHPF**: Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (Upper Council for French Public Health)
- DGAL**: Direction Générale de l'Alimentation (General Food Directorate)
- DHTP**: Dose Hebdomadaire Tolérable Provisoire (PTWI: Provisional Tolerable Weekly Intake)
- DHT**: Dose Hebdomadaire Tolérable (TWI:Tolerable Weekly Intake)
- DJA**: Dose Journalière Admissible (ADI: Acceptable Daily Intake)
- DJT**: Dose Journalière Tolérable (TDI:Tolerable Daily Intake)
- DJTMP**: Dose Journalière Tolérable Maximum Provisoire
(PMTD: Provisional Maximum Tolerable Daily Intake)
- DMENO**: Dose Minimale Entraînant un Effet Nocif Observable
(LOAEL: Lowest Observed Adverse Effect Level)
- DMSENO**: Dose Minimale Sans Effet Nocif Observable
(DSE) (NOAEL (NOEL): No Observed (Adverse) Effect Level)
- FAO**: Food and Agriculture Organization
- GEMS/Food Euro**: Global Environment Monitoring System/ Food Contamination Monitoring and Assessment Program
- INCA**: Individuelles Nationale Consommation Alimentaires (National Individuals Food Consumption)
- INRA**: Institut National de la Recherche Agronomique (National Institute on Agronomic Research)
- IPCS**: International Program of Chemical Safety
- JECFA**: Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives and Contaminants
- LOD**: Limite de détection (Limit of Detection)
- LOQ**: Limite de Quantification (Limit of Quantification)
- LS**: Limite de Sécurité (UL: Upper Level)
- LV**: Lactovégétarien (Lactovegetarian)
- MAAPAR**: Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires Rurales
(French Ministry of Agriculture, Food, Fishing and Rural Affairs)
- OCA**: Observatoire des Consommations Alimentaires (Food Consumption Observatory)
- OLV**: Ovolactovégétarien (Ovolactovegetarian)
- OMS**: Organisation Mondiale de la Santé (WHO: World Health Organization)
- RHF**: Restauration Hors Foyer (Out-of-Home Catering)
- SCOOP**: Tâche de Coopération Scientifique (Scientific Co-operation task)
- TDS**: Total Diet Study (étude de l'alimentation totale)
- V/M**: Végétalien/Macrobiote (Vegan/Macrobiotic)
- VTR**: Valeur Toxicologique de Référence (TRF: Toxicological Reference Value)

Préface

Protéger la population française vis-à-vis des risques liés à la présence de contaminants dans l'alimentation est une des missions prioritaires de la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL). La DGAL réalise des plans de contrôles et de surveillance des aliments (environ 70 000 analyses physico-chimiques par an), et finance régulièrement des études concernant la qualité et la sécurité des aliments en vue de s'assurer de la protection du consommateur.

L'un des trois axes de développement choisi par l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) pour les années à venir est l'alimentation. La sécurité biologique et chimique des aliments apparaît d'ores et déjà comme un enjeu important. Ainsi, la mise en oeuvre d'études de quantification des risques nutritionnels ou sanitaires comme de méthodologies d'évaluation des dangers et des risques constituent des champs de recherche explorés. Ces travaux peuvent contribuer à éclairer la prise de décisions en matière de réglementation des produits chimiques et de sécurité des produits alimentaires.

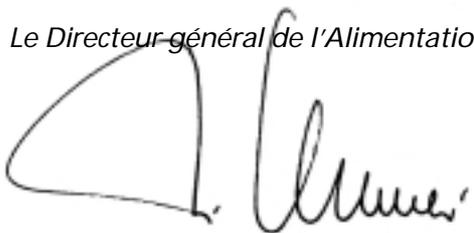
L'étude de l'alimentation totale (*TDS pour Total Diet Study*) représente une des méthodes mises en oeuvre par de nombreux pays pour répondre à la problématique de l'évaluation du risque sanitaire. Cette méthode présente l'avantage d'obtenir des données d'exposition plus réalistes dans la mesure où les aliments sont analysés « tels que consommés » par le mangeur.

La réalisation de cette étude sur l'estimation de l'exposition des consommateurs à certains éléments traces, minéraux et mycotoxines était à la fois un pari technique, une curiosité scientifique car permettant d'apporter des éléments scientifiques nouveaux en terme de comparaison de méthodes d'exposition alimentaire et aussi une nécessité réglementaire, car de nombreux pays membres du *Codex Alimentarius* défendent des positions réglementaires de protection du consommateur sur des arguments scientifiques basés sur ce type de méthodologie. Elle a été menée à bien au sein de l'unité de recherche mét@risk de l'INRA.

Ce document présente une évaluation du niveau d'exposition des consommateurs à certains éléments traces, minéraux et mycotoxines, pour les uns naturellement présents dans les aliments et pour les autres susceptibles d'être rencontrés dans l'alimentation. Les résultats obtenus représentent pour le gestionnaire un outil indispensable à la prise de décisions concernant la santé du consommateur français. En outre, ils permettent à la France d'apporter une contribution aux réflexions scientifiques et réglementaires en cours dans ce domaine, tant au niveau national ou communautaire, qu'international.

Il apparaît souhaitable et raisonnable compte tenu de la richesse des informations obtenues mais aussi de la bonne complémentarité de celle-ci avec le système d'évaluation existant, que ce type d'étude soit réalisée au niveau national sur une base quinquennale par exemple, comme cela est fait pour l'enquête de consommation nationale individuelle (INCA).

Le Directeur général de l'Alimentation



Thierry Klingler

La Directrice générale de l'INRA



Marion Guillou

Liste des auteurs et autres contributeurs	1
Remerciements	1
Glossaire	2
Préface	3
Table des matières	4

PREMIERE PARTIE 6

Méthodologie et présentation générale

Introduction	7
Méthodologie de l'étude	8
Analyses des échantillons	12
Présentation et interprétation des résultats	14

DEUXIEME PARTIE 17

Mycotoxines

Ochratoxine A	18
Aflatoxines	20
Patuline	22
Trichothécènes	24
Zéaralénone	27
Fumonisines	29

TROISIEME PARTIE 32

Minéraux, oligoéléments et éléments toxiques

Minéraux et oligoéléments	33
Calcium	33
Chrome	34
Cobalt	35
Cuivre	36
Lithium	37
Magnésium	38
Manganèse	39
Molybdène	40
Nickel	41
Sélénium	42
Sodium	43
Zinc	44

Eléments toxiques	45
Aluminium	45
Antimoine	46
Arsenic	47
Cadmium	48
Mercuré	49
Plomb	50
CONCLUSION GENERALE	58
ANNEXES	60
Annexe 1	
Estimation de la consommation alimentaire des groupes de population Végétarienne	61
Annexe 2	
Liste principale des 338 aliments sélectionnés dans l'étude	62



PREMIERE PARTIE

Méthodologie et
présentation générale

Introduction

Les autorités nationales ont la responsabilité de contrôler que les substances chimiques comme les résidus de produits phytosanitaires, les additifs, les résidus de médicaments vétérinaires, les contaminants de l'environnement et les toxines naturelles ne sont pas présents dans l'alimentation à des niveaux susceptibles d'avoir des effets indésirables sur la santé des consommateurs. Tandis que les programmes de contrôle et de surveillance des denrées alimentaires sont essentiels pour surveiller les bonnes pratiques de production, les gouvernements doivent évaluer les risques de santé publique liés à leur présence dans l'alimentation consommée dans leurs pays¹. Cette évaluation est faite en estimant la quantité de substance réellement ingérée et en comparant cette quantité aux valeurs toxicologiques de références (VTR) établies pour ces mêmes substances que sont la Dose Journalière Admissible (DJA), la Dose Hebdomadaire Tolérable Provisoire (DHTP) ou la Limite de Sécurité (LS).

Ainsi, l'estimation des apports alimentaires est indispensable pour l'évaluation du risque. Elle peut être aussi utilisée pour déterminer des relations entre des effets indésirables observés chez les humains et l'exposition à une substance particulière. Ces évaluations d'exposition sont également utiles à la prise de décisions en matière de réglementation des produits chimiques et de sécurité des produits alimentaires.

L'étude de l'alimentation totale (TDS pour Total Diet Study) représente une des méthodes mises en œuvre par de nombreux pays² pour répondre à cette problématique. Cette méthode présente l'avantage d'obtenir des données d'exposition plus fines dans la mesure où ici les aliments sont analysés « tels que consommés » par le consommateur, alors que l'approche du système français actuel s'appuie sur le croisement, d'une part, de données de contaminations d'aliments brutes issues des plans de surveillance de l'administration et, d'autre part, sur les données de consommations individuelles alimentaires nationales.

L'approche proposée permet de réaliser une évaluation de l'exposition de la population française dans son ensemble et des forts consommateurs d'aliments particuliers, aux mycotoxines, aux éléments traces et sels minéraux. Cette étude basée sur une méthodologie standardisée facilitera les comparaisons internationales en matière d'exposition du consommateur, car à ce jour, de nombreux pays (Etats Unis, Royaume Uni, République Tchèque, Espagne...) réalisent ce type d'études. Le fait de posséder des données établies selon le même protocole facilitera sans doute les discussions au niveau communautaire comme dans le cadre du *Codex Alimentarius*. De plus, ce type d'étude représente un outil intéressant pour surveiller l'alimentation et guider les programmes de surveillance et de contrôle.

1) Salubrité des aliments et mondialisation du commerce des denrées alimentaires, Accord de l'Organisation Mondiale du Commerce sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires, Annexe1, p9-23, WHO.

2) Etudes de l'alimentation totale (TDS); consultation US FDA/OMS, Kansas city, juillet/août 1999 et consultation ANFZA/WHO/FAO, Brisbane, janvier 2002.

Méthodologie de l'étude

Elaboration de la liste des aliments à échantillonner

L'objectif premier de cette méthodologie consiste à établir à partir d'enquête de consommation alimentaire, de préférence individuelle, une liste d'aliments à échantillonner « tels que consommés » qui soit représentative de la diète alimentaire des populations enquêtées.

Deux populations d'intérêt ont été enquêtées dans cette étude : la population générale française et la population végétarienne. En effet, cette dernière est susceptible de représenter un « groupe à risque » vis-à-vis de certaines mycotoxines du fait de son alimentation exclusivement basée sur des produits végétaux.

Pour la population française, l'élaboration de la liste alimentaire se fonde sur les résultats de la dernière enquête de consommation individuelle nationale (INCA) réalisée en 1998/1999³. Cette enquête recueille toutes les prises alimentaires des individus pendant une semaine entière. Les données de consommation alimentaire ont été obtenues sur une période de 11 mois à partir de carnets de consommation, renseignés sur une période de 7 jours consécutifs par les enquêtés ; l'identification des aliments et des portions étant facilitée par l'utilisation d'un cahier photographique⁴.

L'enquête a été réalisée auprès de 3 003 individus, enfants et adultes représentatifs de la population française. L'échantillon est constitué de 1985 personnes âgées de 15 ans et plus et de 1018 enfants (3 à 8 ans) et jeunes adolescents (9 à 14 ans). La représentativité nationale de l'échantillon a été assurée par stratification (région d'habitation et taille d'agglomération) et par la méthode des quotas (âge, sexe, PCS individuelle et taille du ménage).

- *L'échantillon des adultes* comprend 1 985 individus âgés de plus de 15 ans. Afin d'écartier le biais lié à la sous-estimation des consommations alimentaires par certains enquêtés, les sujets « sous-évaluants » (pour lesquels le rapport entre l'énergie consommée et le métabolisme de base calculé est inférieur à un certain seuil)⁵ au nombre de 511 individus ont été exclus des calculs ci-après. L'échantillon des adultes normo-évaluants regroupe donc 1 474 individus.

- *L'échantillon des enfants* comprend 1 018 individus âgés de 3 à 14 ans. Contrairement à l'échantillon des adultes, celui des enfants n'a pas été redressé, dans la mesure où l'on ne dispose d'aucune formule permettant d'isoler les individus sous-évaluants.

Le choix des aliments de la liste est basé sur la hiérarchisation des consommations alimentaires de l'adulte et de l'enfant et prend en compte les disparités régionales majeures de la consommation alimentaire des ménages français sur la base du rapport CREDOC N° CP004 de février 1996⁶.

3) Enquête INCA (2000) CREDOC-AFSSA-DGAL, Enquête nationale sur les consommations alimentaires, Tech & Doc Lavoisier, Coordinateur: J.L Volatier.

4) « Portions alimentaires : manuel photos pour l'estimation des quantités », SUVIMAX, 1994.

5) Goldberg et al. (1991) : critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology. 1. Dérivation of cut-off values to identify underreporting. Eur. J. Clin. Nutr. 45, 569-581.

6) OCA, (février 1996), Les disparités régionales de la consommation alimentaire des ménages français, Rapport du Crédoc N° CP004.

Trois régions françaises ayant des modes d'alimentation significativement différents ont ainsi été définies. Ces régions sont :

- la *région Sud* comprenant le sud-ouest, le centre est et la méditerranée, le tout représentant environ 34% de la population,
- la *région Est* comprenant le bassin parisien est, la région parisienne et le nord-est, le tout représentant environ 43% de la population,
- la *région Ouest* comprenant le bassin parisien ouest et le nord-ouest, le tout représentant environ 23% de la population.

Pour la population végétarienne, l'élaboration de la liste alimentaire se fonde sur les résultats de l'enquête de consommation individuelle réalisée sur différents groupes de végétariens en 1998/1999⁷. Cette enquête a été effectuée à l'aide d'un carnet de consommation, sur une période de 5 jours consécutifs. L'identification des portions ayant été facilitée par l'utilisation d'unités ménagères et quantifiée par une diététicienne. La sélection des aliments est représentative de la consommation alimentaire d'adeptes de la pratique du végétarisme et prend en compte la consommation alimentaire des principaux groupes de végétariens caractérisés dans l'étude.

A partir de cette enquête, trois groupes de populations végétariennes âgées de 15 ans et plus et ayant des modes d'alimentation significativement différents ont été définis. Ces groupes dont l'*annexe 1* présente l'estimation de la consommation alimentaire en moyenne et au 95^{ème} percentile sont:

- les *ovolactovégétariens* (n=74) correspondant à la forme de végétarisme la plus répandue. Cette population se caractérise par une alimentation excluant les produits animaux (viandes et poissons) mais autorisant tous les sous produits d'origine animale (beurre, lait, fromage, œufs, miel, etc...),
- les *lactovégétariens* (n=38) correspondant à une population végétarienne dont le comportement alimentaire interdit la consommation de viande, d'œufs et de poisson mais autorise les sous produits d'origine animale comme le beurre, le lait et le fromage,
- les *macrobiotiques/végétaliens* (n=26) correspondant à une forme de végétarisme excluant les produits animaux (viandes, œufs et poissons⁸) et tous les sous produits d'origine animale.

D'après la littérature, la population végétarienne représente environ 2-3% de la population française⁹. Sur cette base, la population ovolactovégétarienne représente environ 1,8%, la population lactovégétarienne environ 1% et celle des végétaliens/macrobiotiques environ 0,2%.

A partir de ces deux enquêtes de consommations alimentaires individuelles et en y appliquant les critères listés ci dessous, une liste principale de 338 items alimentaires pour le plan d'échantillonnage a été obtenue¹⁰ (voir liste en *Annexe 2*) :

- couverture de la diète totale supérieure à 90% en moyenne pour les groupes étudiés,
- couverture des aliments céréaliers dont la consommation est supérieure à 1g/j et,
- couverture sur des aliments spécifiques, type abats, fruits secs dont la consommation est supérieure à 0,5g/j (environ 29 aliments sélectionnés).

7) Leblanc, JCh., Yoon, H., Kombadjian A., and Verger Ph. Nutritional intakes of vegetarian populations in France, *European journal of clinical nutrition* (2000) 54, 1-7.

8) Exclusion de poissons à l'exception de ceux à chair blanche qu'une partie des macrobiotiques s'autorise à consommer.

9) Comité français d'éducation pour la santé : Baromètre nutrition santé de la population française, 1996.

10) Préparation du plan de sondage d'une étude de l'alimentation totale, note technique du Crédoc pour l'INRA, Novembre 1999.

Echantillonnage et préparation des aliments « tels que consommés »

La cuisine expérimentale de l'École Supérieure de Cuisine Française (ESCF), basée à Paris 6^{ème} et l'École Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires (ENSIA) basée à Massy ont été retenues pour l'étude comme lieu de stockage et de préparation des aliments. L'échantillonnage et la préparation des aliments « tels que consommés » ont été réalisés par une cuisinière diplômée de l'École Supérieure de Cuisine Française, possédant les rudiments de l'art culinaire, ainsi que les aspects qualitatifs et quantitatifs liés à l'achat et à la préparation des plats composés (type et quantités de produits, d'ingrédients...).

Deux vagues d'achats des aliments de la liste ont été programmées pour prendre en compte autant que possible les variations dues à la saisonnalité, au comportement alimentaire et à la contamination des denrées. La première vague couvre les saisons printemps/été 2000 et la deuxième les saisons automne/hiver 2001.

Par ailleurs, pour tenter de tenir compte du mode de production et de transformation, deux groupes d'aliments ont été définis à partir de la liste principale:

Le premier groupe comprend des aliments dits nationaux, car ce sont des aliments transformés susceptibles de présenter des niveaux de contamination homogènes en regard des modes de production et/ou de transformation. D'une façon générale, ce groupe inclut 228 aliments qui sont produits et commercialisés par un nombre restreint d'industriels, comme les biscuits, les céréales prêtes à consommer, les boissons, les plats préparés, les fruits exotiques etc... Ces aliments ont par conséquent été achetés dans une seule région. La région choisie est la région parisienne.

Le deuxième groupe comprend des aliments dits régionaux car ce sont des aliments bruts, donc non transformés susceptibles de présenter des niveaux de contamination hétérogènes dus aux modes de production et/ou de préparation propres aux régions précédemment définies. Ce groupe inclut 110 aliments, comme les œufs, les viandes, la charcuterie, certains poissons, des fruits et légumes etc... qui ont été achetés dans chacune des régions choisies. Les régions définies sur la base de la disparité des modes de consommations régionales sont la région de Lorient, la région de Lyon et la région Parisienne.

La représentativité de l'échantillonnage a été réalisée en prenant en compte les modes d'achat et d'approvisionnement des consommateurs issus du panel d'achats des ménages de Sécodip¹¹. Les informations obtenues portent sur les principaux lieux d'approvisionnements (hypermarché, supermarché, hard discount, détaillant, marché) et/ou les principales marques qui couvrent 75% du marché. De plus, pour certains aliments dits régionaux comme les soupes et les plats composés, une répartition selon l'origine (fait maison ou non) du plat consommé a été prise en compte dans l'échantillonnage d'achat et de préparation de l'aliment¹².

Comme la liste principale comprend également des aliments végétariens consommés exclusivement par ce type de population, certains aliments de base ont donc été achetés dans des commerces spécialisés de façon à prendre en compte les variabilités d'achat, de préparation et d'habitudes alimentaires propres aux 3 groupes de végétariens précédemment définis.

11) Société d'Etudes de la Consommation, de la Distribution et de la Publicité, Panel d'achats des ménages, 1996.

12) CREDOC, Préparation du plan de sondage d'une « Total Diet Study », note technique du Crédoc pour la DGAL et l'INRA, Novembre 1999 et Note technique de l'OCA pour l'INRA, Joëlle Maffre (AFSSA/DERNS/OCA/2000-122), juin 2000.

Chaque aliment de la liste (338) échantillonnée a été obtenu à partir d'un échantillon composite individuel de 5 sous échantillons maximum, pondérés en fonction de la marque achetée et du lieu d'approvisionnement majoritaire pratiqué par les consommateurs du panel Sécodip.

Prenons l'exemple de l'échantillon de céréales chocolatées du petit déjeuner (*tableau 1* ci-dessous) où 4 marques majoritaires se partagent le marché (X, Y, Z et W, %PDM). Il s'agit de Céréales pour petit déjeuner marque X pétale de blé soufflé chocolat boîte (aliment A, 40% PDM), Céréales pour petit déjeuner marque Y riz et maïs soufflé chocolat boîte (aliment B, 33% PDM), de Céréales pour petit déjeuner marque Z riz soufflé chocolat vitamines fer boîte (aliment C, 20% PDM) et de Céréales pour petit déjeuner marque W muesli chocolat boîte (aliment D, 7% PDM). Pour ce type de produit, les lieux d'approvisionnement majoritaires sont l'hypermarché (50%) et le supermarché (40%).

Les aliments ont été cuisinés « tels que consommés » quand nécessaire, mélangés, broyés et mixés de façon à obtenir au final, un seul échantillon composite homogène de l'aliment dit national ou régional par saison. Dans tous les cas, les échantillons n'ayant pas été achetés à la même période n'ont pas été mélangés.

Tableau 1 : exemple de représentativité de l'échantillonnage

Libellé TDS	Aliment	Libellé Secodip	% PDM	Nombre d'unités achetées et mélangées dans l'échantillon final pondéré
Céréales chocolatées pour petit déjeuner	A	Céréales pour petit déjeuner marque X pétale de blé soufflé chocolat boîte	40	2
Céréales chocolatées pour petit déjeuner	B	Céréales pour petit déjeuner marque Y riz soufflé chocolat vitamines fer boîte	33	1,5
Céréales chocolatées pour petit déjeuner	C	Céréales pour petit déjeuner marque Z riz et maïs soufflé chocolat boîte	20	1
Céréales chocolatées pour petit déjeuner	D	Céréales pour petit déjeuner marque W muesli chocolat boîte	7	0,5

L'utilisation de récipient intermédiaire, tout comme l'utilisation d'ustensiles de cuisine en aluminium, en céramique ou en émail lors de la préparation culinaire ou du transfert des aliments préparés « tels que consommés », ou tout autre matériau d'emballage a été proscrit. Le matériel de cuisine en acier inoxydable considéré comme approprié a été utilisé pour la préparation des aliments. Leur utilisation est susceptible d'élever les proportions de certains éléments traces dans les aliments analysés. Conformément aux bonnes pratiques de laboratoires et selon une procédure qualité interne au laboratoire des métaux lourds de l'AFSSA, le matériel utilisé pour la préparation et le broyage des échantillons composites a été correctement lavé entre chaque préparation afin d'éviter d'éventuelles contaminations pouvant être préjudiciables à l'étude, notamment pour l'analyse d'éléments traces. Par ailleurs suivant les recommandations internationales OMS/GEMS food¹³, les aliments ont été préparés quand cela était nécessaire avec l'eau potable des régions où les aliments avaient été achetés (ex: des pâtes, du café...).

L'ensemble de l'échantillonnage porte le nombre d'échantillons composites à 613 pour les aliments régionaux et à 467 pour les aliments nationaux, soit un total de 1080 échantillons composites préparés pour l'étude et stockés à -20°C dans des contenants appropriés de 100 ml jusqu'à leur analyse.

13) OMS, *Recommandations pour l'étude des quantités de contaminants chimiques apportés par l'alimentation*, 1988.

Analyses des échantillons

Mycotoxines

L'analyse des mycotoxines n'a porté que sur une partie des 338 aliments de la liste principale. Les mycotoxines recherchées sont les toxines fusariennes (trichothécènes, zéaralénone, nivalénol et fumonisines), les aflatoxines B₁, B₂, G₁, G₂ et M₁, l'ochratoxine A et la patuline. En effet, contrairement à d'autres contaminants ubiquitaires comme les éléments minéraux, les mycotoxines ne sont présentes que dans certains types de produits. Cette information étant largement documentée, il n'est de fait pas nécessaire de les rechercher pour tous les aliments de la liste. La sélection du type de mycotoxines qui a été recherché dans les aliments de la liste est issue d'une part de la connaissance bibliographique et d'autre part de l'expertise d'analystes spécialisés dans l'analyse de routine sur produits alimentaires bruts et transformés.

L'ensemble de ce plan d'échantillonnage mycotoxine a permis pour les deux saisons, de réaliser à partir d'une liste de 176 aliments ciblés sur 338, 299 échantillons composites pour les aliments dits nationaux (150 aliments définis par saison) et 156 échantillons composites pour les aliments dits régionaux (26 aliments définis par région et par saison), soit un total de 455 échantillons alimentaires composites analysés pour la recherche de une ou plusieurs mycotoxines, le tout représentant un total de 3676 analyses élémentaires. Tous les vecteurs majoritaires de l'exposition de la population aux toxines fusariennes, à l'ochratoxine A, aux aflatoxines et à la patuline ont été analysés. Les toxines fusariennes et l'ochratoxine A ont été recherchées systématiquement pour l'ensemble des produits céréaliers bruts et finis (pain, biscotte, céréales du petit déjeuner, biscuits, pâtisseries, viennoiseries, pâtes, riz et semoule, autres céréales...), l'aflatoxine M₁ pour le lait et les produits laitiers (lait, fromages, beurre et ultras frais), les aflatoxines B et G pour les fruits secs, les œufs et dérivés et la patuline pour les jus de pomme et les produits à base de pomme.

Tableau 2 : Limites de quantification (LOQ) des mycotoxines recherchées

Mycotoxines	Limites de quantification (LOQ) µg/kg (µg/l)
Aflatoxine B ₁	1 (0,1)
Aflatoxine B ₂	1 (0,1)
Aflatoxine G ₁	1 (0,1)
Aflatoxine G ₂	1 (0,1)
Aflatoxine M ₁	0,2 (0,02)
Ochratoxine A	1 (0,1)
Diacetoxyscirpénol	60
Monoacetoxyscirpénol	60
Néosolaniol	80
HT-2 toxine	80
T-2 toxine	80
T-2 triol	80
3 Acetyldeoxynivalénol	60
15 Acetyldeoxynivalénol	60
Déoxynivalénol	60
Fusarénone X	60
Nivalénol	60
Zéaralénone	20
Fumonisine B ₁	20
Fumonisine B ₂	40
Patuline	60 (10)

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire Qualtech de Nancy, laboratoire accrédité COFRAC pour les mycotoxines et filiale de l'Institut Français des Boissons, de la Brasserie et de la Malterie (IFBM). Le *tableau 2* donne les limites de quantification (correspondant à 2 fois les limites de détection) obtenues pour les analyses de mycotoxines par le laboratoire Qualtech en fonction du type de toxine recherchée et du type de matrice étudiée (solide ou liquide).

Eléments traces et minéraux

L'analyse pour la recherche des éléments traces et minéraux a porté sur l'ensemble des 338 aliments de la liste principale. La totalité des 1080 échantillons alimentaires composites (998 hors aliments végétariens) a été analysée pour la recherche des 20 éléments traces et minéraux suivants : arsenic, plomb, cadmium, aluminium, mercure, antimoine, chrome, calcium, étain, fer, manganèse, magnésium, nickel, cuivre, zinc, lithium, sodium, molybdène, cobalt et sélénium. La teneur totale en métalloïdes et en éléments minéraux dans les aliments a été déterminée par ICP-MS, un système de détection multi-élémentaire et sensible (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry), après minéralisation des échantillons par un système micro-ondes sous pression. Toutefois, étant donné le nombre important d'éléments, des compromis de méthodologie analytique ont du être retenus.

Tableau 3 : Limites de quantification (LOQ)
des éléments traces et minéraux recherchés

Eléments	Limites de quantification (LOQ) mg/kg de poids frais
Minéraux et oligoéléments	
Calcium (Ca)	15,3
Chrome (Cr)	0,03
Cobalt (Co)	0,002
Cuivre (Cu)	0,038
Lithium (Li)	0,006
Manganèse (Mn)	0,016
Magnésium (Mg)	0,492
Molybdène (Mo)	0,006
Nickel (Ni)	0,063
Sélénium (Se)	0,045
Sodium (Na)	5,83
Zinc (Zn)	0,163
Eléments toxiques	
Aluminium (Al)	0,218
Antimoine (Sb)	0,001
Arsenic (As)	0,009
Cadmium (Cd)	0,001
Mercure (Hg)	0,011
Plomb (Pb)	0,01

Les analyses élémentaires, environ 19000 résultats analytiques, ont été réalisées par la cellule des métaux lourds et éléments minéraux de l'AFSSA-Paris qui est le laboratoire national de référence. Les analyses ont porté sur une prise d'environ 0,6g/échantillon composite, et chaque échantillon a été analysé en double. Une fois la méthode optimisée selon certains critères¹⁴, les résultats ont été validés s'ils satisfaisaient aux Contrôles Qualité Internes (CQI) définies^{15,16}. Les résultats en fer et en étain n'ont pas satisfait à ces contrôles et ont donc été éliminés. Le *tableau 3* donne les limites de détection (LOD) des éléments traces et minéraux recherchés sachant que les limites de quantification (LOQ) correspondent à 2 fois les LOD.

Présentation et interprétation des résultats

Pour aider à la lecture du document, les résultats sont décrits en deux parties. La première partie traitera des mycotoxines et la deuxième des éléments traces et minéraux. Dans chacune de ces parties, les résultats sont pour chaque élément étudié (toxine, élément traces ou minéraux), présentés sous forme de fiche synthétique en suivant les étapes du processus d'évaluation des risques. Chaque fiche se présente comme suit:

Evaluation et caractérisation du danger

Un rappel synthétique des connaissances toxicologiques relatif à l'élément étudié est présenté. En générale, pour une exposition par voie orale d'un élément nutritionnel et/ou toxique donné, il est défini un apport ou un besoin nutritionnel minimum (BNM ou ANM)^{17,18}, et/ou une valeur toxicologique de référence (VTR)¹⁹. L'apport ou le besoin nutritionnel minimum correspond à la quantité de nutriment nécessaire pour assurer l'entretien (la maintenance), le fonctionnement métabolique et physiologique d'un individu en bonne santé. Il est défini comme étant égal au besoin nutritionnel moyen – 2 écarts types. Certains groupes de populations peuvent néanmoins avoir des besoins supérieurs à cette valeur minimale. Il est important de préciser et de garder à l'esprit que dans ce document sont présentés des VTR définies pour des expositions chroniques, ou subchroniques, de la population générale. La valeur ainsi définie correspond à une estimation de la quantité de l'élément à laquelle un individu peut théoriquement être exposé *tous les jours pendant toute sa vie*, sans que cette ingestion n'ait d'effet néfaste ou délétère sur sa santé. On parle de Dose Journalière (ou Hebdomadaire) Tolérable (DJT ou DHT) pour les toxines naturelles et les éléments toxiques et de Limites de Sécurité (LS) pour les minéraux et oligoéléments.

Evaluation et caractérisation du risque

Un tableau de synthèse sur les concentrations des éléments retrouvés dans les aliments « tels que consommés », un tableau d'estimation de l'exposition moyenne et celle des forts quantiles sont présentés. Les tranches d'âge prises en compte sont les enfants de 3-14 ans et les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus pour la population générale et les adultes de 15 ans et plus pour la population végétarienne.

14) Noël L., Guérin T., Huet H., Kolf-Clauw M., Frémy J.M., Optimized Simultaneous Determination of Several Elements in Human Intestinal Caco-2 TC7 Cells by ICP-MS after Closed Vessel Microwave Digestion. *J. of AOAC International*, vol 86, 1225-1231 (2003).

15) Noël L., Leblanc J.C., Guérin T., Determination of several elements in duplicate meals from catering establishment using closed vessel microwave digestion with inductively coupled plasma mass spectrometry detection: estimation of daily dietary intake. *Food additives and contaminants*, vol. 20, n° 1, 44-56 (2003).

16) Lemahieu N., Guérin T., Rapport complémentaire au rapport final convention DGAL A99/37 AFSSA D2558 (octobre 2003) : Achèvement de l'Etude du Panier de la ménagère ou « Total Diet Study ».

17) CSAH, Reports of the scientific committee for food, thirty-first series, food science and techniques, Nutrient and energy intakes for the European community, commission of the European communities, 1993.

18) AFSSA-CNERNA-CNRS, Apports nutritionnels conseillés pour la population française, 3ème édition, Coord. A.Martin, Eds tech et doc, 2001.

19) Valeurs toxicologiques de référence : méthodes d'élaboration, Nathalie Bonvallot et Frédéric Dor, InVS, 2003.

Estimation des concentrations : Les teneurs sont exprimées en μg par kg de matière fraîche pour les mycotoxines et en mg/kg de poids frais pour les éléments traces et minéraux. Les apports alimentaires sont exprimés dans l'unité habituelle de mesure de l'élément, c'est-à-dire en μg ou mg par personne ou par kg de poids corporel par jour ou par semaine. Les niveaux moyens de concentration utilisés dans le calcul des apports correspondent à la moyenne pondérée de l'échantillon alimentaire composite pour les deux saisons. De façon à augmenter la part de la diète prise en compte dans le calcul des apports en mycotoxines, il a été affecté à certains aliments céréaliers non analysés dont la consommation était inférieure à 1g/j en moyenne, la valeur de contamination moyenne du groupe d'aliment auquel il est rattaché dans la nomenclature. Ceci a permis d'augmenter la couverture des céréales et produits céréaliers de plus 5%. Dans ce calcul, les valeurs non détectées ont été traitées comme étant égales à la moitié de la limite de détection et les valeurs inférieures à la limite de quantification comme étant égales à la moitié de cette même limite (valeurs $\text{nd}=1/2 \text{ LOD}$ et $\text{<LOQ}=1/2 \text{ LOQ}$). La méthodologie de traitement des données censurées proposée dans les recommandations ICPS/Gems/Food²⁰ présente l'intérêt de prendre en compte l'effet de censure en fonction de la proportion de résultats quantifiés et ainsi d'encadrer les valeurs d'exposition par un niveau bas (lower bound, $\text{nd}=0$ et $\text{<LOQ}=\text{LOD}$), un niveau intermédiaire (middle bound) et un niveau haut (upper bound, $\text{nd}=\text{LOD}$ et $\text{<LOQ}=\text{LOQ}$). Le premier et le dernier scénario n'ont pas été appliqués dans le cadre de notre étude parce que :

- 1) les limites de détection obtenues pour la recherche de certaines mycotoxines étaient élevées (cas de la toxine T-2 et de la toxine HT-2),
- 2) en raison du très grand nombre de valeurs non quantifiées pour plusieurs mycotoxines (compris entre 80 et 100%),
- 3) du fait que certains éléments ont été analysés dans tous les aliments alors mêmes qu'ils sont connus pour n'être présents que dans un nombre limité d'entre eux (cas des éléments traces).

Dans ce cas, l'application du scénario bas et haut était susceptible d'aboutir à des valeurs d'exposition non réalistes.

Estimation des apports : L'estimation des apports alimentaires est obtenue par la multiplication des données de consommations alimentaires individuelles détaillées dans le chapitre du plan d'échantillonnage, par les données de concentrations moyennes en toxines, éléments traces ou minéraux présents dans les aliments « tels que consommés ». L'estimation des apports pour les mycotoxines prend en compte une couverture de la quasi-totalité (>99%) des consommations individuelles en céréales et produits céréaliers déclarées par les populations étudiées. Pour les éléments traces et les minéraux, la couverture de la diète est en moyenne de 81% (tableau 15).

La consommation totale d'aliment ou l'apport en toxine est exprimée dans les tableaux en moyenne et pour les forts quantiles (percentile 95). Il faut rappeler que l'apport total pour les forts quantiles de consommation et d'exposition est calculé pour chaque individu sur la base de son poids corporel réel déclaré. Cette valeur ne correspond pas à la somme des forts quantiles de consommation ou d'exposition de chaque groupe d'aliment pris en compte, car ce ne sont pas les mêmes forts consommateurs qui sont caractérisés pour chaque groupe d'aliment. Les données de consommation indiquées dans les tableaux correspondent aux quantités consommées des seuls produits dans lesquels l'élément d'intérêt a été recherché. La contribution moyenne de chaque groupe de produit à l'exposition totale est exprimée ici en %. Par ailleurs, il est précisé dans le texte quand cela est nécessaire, le ou les vecteurs majoritairement contributeurs à cette exposition, suivant les recommandations méthodologiques de fixation de normes alimentaires du comité du *codex alimentarius*²¹.

20) International Programme on Chemical Safety/Gems/food Euro workshop on reliable evaluation of low level contamination of food, Kulmbach Federal republic of Germany, May 1995.

21) Codex Committee on Foods Additives and Contaminants (CCFAC) (2004), Proposed draft CCFAC policy for exposure assessment of contaminants and toxins in foods or food groups for adoption step 8 to the CAC Through CCGP (36ème session, CDR3, annexe II).

Caractérisation du risque : Cette étape finale de l'évaluation des risques a pour objectif de comparer le P2,5, le niveau moyen, le P95 voir le P97,5 de la population exposée avec les valeurs nutritionnelles ou toxicologiques de référence établies par les comités d'experts scientifiques nationaux, européens ou internationaux (AFSSA, EFSA et JECFA). Le résultat obtenu s'exprime en équivalent ou en contribution de la VTR ou du BNM (ex : x% de la DJT/LS ou x% du BNM). Dans cette étude, le risque a aussi été quantifié en estimant empiriquement pour une population donnée le pourcentage d'individus exposé en dessous de l'apport nutritionnel minimal ou au-dessus de la valeur toxicologique de référence. Cette notion a été traduite dans le texte par une valeur exprimée également en % qui correspond tout simplement au nombre d'individus exposé à un danger identifié et dont l'exposition théorique est en dessous de l'ANM ou au-dessus de la VTR établie vis-à-vis de ce danger.

Bien que l'exercice soit délicat dans la mesure où les données de consommation, de contamination et le scénario de censure utilisé dans le modèle d'exposition peuvent varier (enquête de consommation alimentaire, groupe de population, poids réel des individus, prise en compte ou non des sous déclarants, absence de calcul d'exposition globale pour les forts percentiles, non prise en compte de facteur correctif de composition des aliments, données de contamination obtenues sur aliments bruts ou transformés, limites analytiques différentes...), une analyse comparative de l'exposition moyenne aux toxines, éléments traces et minéraux a été réalisée entre les résultats de l'étude TDS et ceux issus des tâches de coopération scientifique publiées (SCOOP 3.2.7, Ochratoxine²², SCOOP 3.2.8, patuline²³, SCOOP 3.2.10, fusariums²⁴, SCOOP 3.2.11, métaux²⁵) ou des dernières études françaises (voir tableau 12 pour les mycotoxines et le texte dans la troisième partie pour les minéraux et éléments traces).

Enfin, il est ici nécessaire de préciser cinq points importants quant à l'interprétation des résultats :

- l'utilisation de la concentration moyenne de contamination dans les calculs d'apports représente une estimation réaliste et appropriée de l'exposition sur le long terme puisque ces apports sont comparés à des doses toxicologiques de références, Dose Journalière Tolérable (DJT), Dose Hebdomadaire Tolérable (DHT), Limites de Sécurité (LS)... établies sur toute la vie²⁶ par les instances scientifiques européennes ou internationales,
- les toxicologues en général s'accordent sur le fait que pour des toxiques à effets chroniques, une exposition supérieure aux valeurs toxicologiques de référence à un instant t et pendant de courtes périodes de la vie d'un individu n'induit pas nécessairement un risque significatif pour la santé des personnes, du fait que les VTR contiennent un facteur de sécurité²⁷,
- les nutritionnistes en général s'accordent sur le fait que pour les minéraux et les oligoéléments, un apport inférieur au besoin nutritionnel minimum à un instant t et pendant de courtes périodes de la vie d'un individu n'induit pas nécessairement un risque significatif pour la santé des personnes¹⁸,
- il est important de garder à l'esprit que cette étude est représentative de la méthodologie mise en place et du "bruit de fond" de l'exposition d'origine alimentaire. En conséquence, elle ne tient pas compte de situations de surexposition particulières liées par exemple à d'éventuelles sources environnementales locales de contamination des aliments (cas du plomb ou de l'arsenic inorganique par exemple pour l'eau potable) ou liées à des pratiques comportementales (cas par exemple des suppléments alimentaires ou du sel de table ajouté),
- pour certains éléments, des écarts peuvent être observés par rapport à des résultats antérieurs qu'il faudrait mieux comprendre en mettant en œuvre par exemple des études ou des travaux méthodologiques complémentaires.

22) SCOOP reports on Tasks 3.2.7. Assessment of dietary intake of Ochratoxin A by the population of EU members states, 2000.

23) SCOOP reports on Tasks 3.2.8. Assessment of dietary intake of Patulin by the population of EU members states, 2002.

24) SCOOP reports on Tasks 3.2.10. Assessment of dietary intake of fusariums by the population of EU members states, 2003.

25) SCOOP reports on Tasks 3.2.11. Assessment of dietary intake of arsenic, cadmium, lead and mercury by the population of EU members states, 2004 à paraître.

26) FAO/WHO, 1985, Guidelines for the study of dietary intakes of chemical contaminants Geneva: WHO, Offset publication n° 87.

27) ILSI Europe, Significance of Excursions of intake above the Acceptable Daily Intake (ADI), Report of a workshop held in April 1998.

DEUXIEME PARTIE

Mycotoxines



Ochratoxine A

L'ochratoxine A (OTA) est une mycotoxine produite par plusieurs espèces de moisissure, en particulier par *Aspergillus ochraceus* et par *Penicillium viridicatum*. La production de cette mycotoxine est dépendante des conditions de température et d'humidité. La contamination par l'OTA dans les régions tempérées comme l'Europe et le Canada est liée aux conditions de conservation après la récolte. L'OTA est stable dans les conditions thermiques et chimiques normalement utilisées dans l'industrie de transformation des matières premières pour des produits destinés à l'alimentation humaine ou animale.

Evaluation et caractérisation du danger

L'OTA est classée dans la catégorie 2B « cancérogènes possibles pour l'homme » sur la base d'effets cancérogènes indéniables chez l'animal et possibles chez l'homme par l'Agence internationale de recherche sur le cancer (IARC, 1993²⁸). Des similitudes ont été observées entre la néphropathie porcine et la néphropathie endémique des Balkans (BEN) conduisant à proposer l'OTA comme l'un des agents pouvant jouer un rôle dans l'étiologie de cette maladie. Le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF, 1999²⁹) et le Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine (SCF, 1998³⁰) ont établi une dose journalière tolérable (DJT) de 5 ng/kg de poids corporel calculée à partir des effets néphrocancérogènes observés chez le rat (DSE de 28,8 µg/kg de poids corporel par jour). Le Comité mixte d'experts FAO/OMS sur les additifs et les contaminants alimentaires (JECFA, 1995³¹) a proposé une DJT de 14,3 ng/kg p.c./j., calculée à partir des effets néphrotoxiques observés chez le porc (DSE de 8 µg/kg de poids corporel par jour). Cette valeur a été reconduite par le JECFA en 2001.

Evaluation et caractérisation du risque

Niveaux d'Ochratoxine A retrouvés dans les aliments analysés « tels que consommés »

Les résultats montrent que 321/343 échantillons, soit plus de 93% des produits analysés présentent des niveaux de contamination inférieurs à la limite de détection. Vingt et un échantillons, soit plus de 6% des produits analysés présentent des niveaux de contamination compris entre la limite de détection et 3 µg/kg. Il s'agit pour l'essentiel de produits transformés à base de raisin (jus de raisin et vins). Enfin, un seul échantillon, de biscuit, soit moins de 1% des produits analysés présente une teneur supérieure à 3 µg/kg correspondant à la limite réglementaire fixée au niveau communautaire pour les produits céréaliers destinés à la consommation humaine³². Il s'agit d'un échantillon de cake ayant une concentration d'OTA de 6,1 µg/kg. Il n'a pas été possible de déterminer précisément si cette valeur est due à la composante céréale, à la composante raisins secs, voire aux deux ou à une autre raison.

Estimation du niveau d'exposition à l'Ochratoxine A des groupes de population étudiés

Le *tableau 4* montre que l'apport moyen estimé pour la population française est de 2,2 ng/kg p.c./j chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 4,1 ng/kg p.c./j pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition au 95^{ème} percentile est de 3,6 ng/kg p.c./j soit un équivalent DJT de 25-72% (JECFA-SCF) chez les adultes et de 7,8 ng/kg p.c./j soit un équivalent DJT de 55-156% (JECFA-SCF) chez les enfants. Le vecteur contribuant le plus à l'exposition pour les deux groupes de population est représenté à hauteur de 70% par les céréales et les produits céréaliers (pains, biscottes, céréales petit déjeuner, pâtes, riz et semoule, autres céréales, viennoiseries, biscuits et pâtisseries). Les autres vecteurs, principalement les produits à base

28) IARC, Monographs on evaluation of carcinogenic risks to humans. Some naturally occurring substances, Food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. World health organization, Lyon Vol. 56, pp. 489-521, 1993.

29) Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF), Les mycotoxines dans l'alimentation : évaluation et gestion du risque, eds TEC & DOC, 1999.

30) Scientific Committee for food. European Commission DG XXIV Unit B3. Opinion on Ochratoxin A, September, 1998.

31) JECFA, Evaluation of certain food additives and contaminants. 44^{ème} report. WHO Technical Report Series N°. 859, p35-36, 1995.

32) Règlement (CE) n°466/2001 de la commission du 8 mars 2001 portant fixation de teneurs maximales pour les contaminants dans les denrées alimentaires (JOCE du 16/03/2001).

de raisin (raisin sec, raisin de table, jus de raisin et vin), le café, les fruits secs et les graines oléagineuses contribuant à des niveaux inférieurs à 5% de l'exposition alimentaire totale. Si on compare sur une base méthodologique similaire les résultats obtenus dans cette étude avec ceux de la dernière évaluation réalisée au niveau français (tâche SCOOP 3.2.7³³), il est observé que les niveaux d'exposition sont en moyenne sensiblement plus faibles, d'environ 10% pour la population des enfants et des adultes (*tableau 12*).

Pour la population végétarienne, l'apport moyen estimé est compris entre 2,2 et 3,7 ng/kg p.c./j en fonction des différents groupes étudiés. Au 95ème percentile, l'exposition du groupe OLV et LV est de 3,7 ng/kg p.c./j soit un équivalent DJT de 26-74% (JECFA-SCF), alors que celle du groupe V/M est de 8,5 ng/kg p.c./j soit un équivalent DJT de 59-170% (JECFA-SCF) (*tableau 13*).

La proportion d'individus dont l'apport théorique dépasse la dose journalière tolérable de 14,3 ng/kg p.c./j établie par le JECFA ou de 5 ng/kg p.c./j établie par le SCF est respectivement comprise entre 0 et 0,9% pour les adultes de 15 ans et plus, entre 0 et 25% pour les enfants de 3 à 14 ans et entre 0 et 15% pour la population végétarienne (*tableau 13*).

Tableau 4 : Estimation de l'exposition à l'Ochratoxine A de la population française

Groupe d'aliment	Nb. d'échantillons	Moyenne de contamination (µg/kg)	Adultes (15 ans et plus) (n=1474)						Enfants (3 à 14 ans) (n=1018)					
			Consommation (g/jour)			Exposition (ng/kg p.c. ^a /j)			Consommation (g/jour)			Exposition (ng/kg p.c. ^a /j)		
			Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	%
Aliments végétariens	37	0,22	-	^c -	-	-	-	-	^c -	-	-	-	-	-
Pain, biscottes	18	0,43	123	281	0,706	1,594	32,6	61,5	176,9	0,770	2,108	18,9		
Céréales p.d.j.	12	0,29	4,90	34,3	0,023	0,188	1,1	18,1	64,3	0,210	0,754	5,2		
Pâtes	4	0,25	36,1	100	0,139	0,385	6,4	37,0	100,0	0,325	0,851	8,0		
Riz et semoule	8	0,25	20,8	71,4	0,081	0,274	3,7	21,3	64,3	0,187	0,595	4,6		
Autres céréales	4	0,25	0,90	^c -	0,004	0,000	0,2	1,3	7,1	0,014	0,073	0,3		
Viennoiseries	12	0,25	17,3	84,8	0,068	0,316	3,1	24,2	85,7	0,213	0,808	5,2		
Biscuits	14	0,69	13,9	57,1	0,141	0,605	6,5	29,3	90,5	0,509	1,825	12,5		
Pâtisserie	12	0,29	35,6	122	0,166	0,583	7,7	32,1	107,7	0,368	1,376	9,1		
Viandes	12	0,25	14,9	58,6	0,056	0,207	2,6	9,0	35,7	0,079	0,321	1,9		
Volailles et gibiers	18	0,25	26,7	87,8	0,103	0,342	4,8	20,2	60,0	0,178	0,571	4,4		
Abats	6	0,25	0,40	^c -	0,002	0,000	0,1	0,2	^c -	0,002	0,000	0,0		
Charcuterie	20	0,34	17,6	50,7	0,075	0,211	3,5	14,2	42,1	0,137	0,413	3,4		
Légumes (hors pdt)	4	0,25	16,2	52,2	0,063	0,210	2,9	11,2	39,3	0,101	0,345	2,5		
Légumes secs	16	0,25	10,3	42,9	0,039	0,188	1,8	6,7	28,6	0,062	0,285	1,5		
Fruits	12	0,25	17,0	122	0,029	0,202	1,3	6,9	37,9	0,066	0,394	1,6		
Fruits secs et graines	22	0,25	3,00	17,1	0,011	0,065	0,5	1,7	10,7	0,017	0,088	0,4		
Chocolat	4	0,25	2,70	14,3	0,011	0,055	0,5	5,5	22,9	0,049	0,223	1,2		
Sucres et dérivés	2	0,25	1,20	4,30	0,005	0,020	0,2	4,4	21,4	0,037	0,184	0,9		
BRSA ^b	4	0,11	2,30	^c -	0,004	0,000	0,2	3,6	21,4	0,032	0,164	0,8		
Boissons alcoolisées	18	0,04	86,6	402	0,049	0,218	2,3	0,8	^c -	0,001	0,000	0,0		
Café	14	0,04	201	600	0,076	0,228	3,5	10,5	63,3	0,008	0,048	0,2		
Boissons chaudes	2	0,03	3,70	23,3	0,001	0,009	0,0	11,1	32,9	0,011	0,040	0,3		
Pizzas, quiches etc...	6	0,25	21,8	81,7	0,084	0,319	3,9	16,0	60,6	0,134	0,463	3,3		
Sandwiches, etc...	12	0,25	12,5	66,6	0,047	0,256	2,2	9,5	45,1	0,077	0,353	1,9		
Soupes	6	0,03	6,30	50,0	0,002	0,020	0,1	3,9	36,8	0,004	0,031	0,1		
Plats composés	26	0,25	22,7	104	0,087	0,416	4,0	20,9	86,1	0,174	0,743	4,3		
Entrées	4	0,25	4,10	28,6	0,016	0,100	0,7	2,0	14,3	0,016	0,111	0,4		
Entremets	14	0,25	19,8	85,7	0,076	0,334	3,5	28,9	107,1	0,284	1,129	7,0		
Total	343		742	1438	2,16	3,60	100	412	722	4,07	7,80	100		

^a p.c. = poids corporel

^b Boissons Rafraichissantes Sans Alcool (jus de raisin pur pasteurisé et bière sans alcool).

^c Le tiret signifie qu'il y a moins de 5% de consommateurs pour le groupe d'aliment considéré et que la valeur au p95 est de 0.

Aflatoxines

Les aflatoxines sont des toxiques puissants synthétisées par trois souches d'*Aspergillus* (*A. Parasiticus*, *A. Flavus* et *A. Nomius*). La croissance des souches d'*aspergillus* et la production des 5 formes principales d'aflatoxines : B₁, B₂, G₁, G₂ et M₁ est fortement soumise aux facteurs environnementaux comme le degré d'humidité, la température, l'aération, la nature du milieu. Ces paramètres sont déterminants de la phase de production au champ jusqu'à la transformation. Le risque majeur de prolifération est celui lié aux conditions de transport et de stockage. Dans le cas de la France, les aflatoxines B et G sont rencontrées dans les fruits secs, les arachides, les pistaches, les noix d'importation qui présentent parfois des taux de contamination très élevés et les céréales, l'aflatoxine M₁ métabolite de l'AFB₁ est retrouvée dans le lait.

Evaluation et caractérisation du danger

En 1992, les aflatoxines B₁, B₂, G₁ et G₂ ont été classées dans le groupe 1 (cancérogène pour l'homme) par l'IARC³⁴ et l'aflatoxine M₁, dans le groupe 2B (cancérogène possible pour l'homme). Dans le cas des cancérogènes génotoxiques, substances à effets sans seuil, on considère qu'il est impossible de calculer une dose tolérable et que la seule approche réaliste est de réduire l'exposition à un niveau aussi faible que possible (approche du SCF et du JECFA). Cependant les toxicologues peuvent calculer des valeurs indicatives en utilisant des modèles d'extrapolation mathématiques de quantification du risque ou des facteurs de sécurité de 2000 à 5000. A partir d'études de cancérogénèse hépatique menées chez le rat, on obtiendrait des doses limites extrapolées pour l'homme voisines de 0,15 ng/kg/j pour l'AFB₁ et de 0,20 ng/kg/j pour l'AFM₁ (CSHPF, 1999³⁵). Le SCF (1994³⁶) et le JECFA (1997, 2001³⁷) ont conclu que même de très faibles niveaux d'exposition aux aflatoxines 1 ng/kg p.c./j. voire moins, contribuent toujours au risque de cancer du foie.

Evaluation et caractérisation du risque

Niveaux d'aflatoxines B, G et M₁ retrouvés dans les aliments analysés « tels que consommés »

Les résultats montrent qu'aucun échantillon sur les 78 analysés en aflatoxines B₁, B₂, G₁ et G₂ ainsi que sur les 70 analysés pour la recherche d'aflatoxine M₁ n'a été retrouvé à un niveau supérieur aux limites de détection, ni à ceux des limites réglementaires communautaires en vigueur³².

Estimation du niveau d'exposition aux aflatoxines B et G des groupes de population étudiés

Le *tableau 5* montre que l'apport moyen estimé pour la population française en Aflatoxines B₁, B₂, G₁ et G₂ est de 0,12 ng/kg p.c./j chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 0,32 ng/kg p.c./j pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition au 95^{ème} percentile est de 0,35 ng/kg p.c./j chez les adultes et de 0,89 ng/kg p.c./j chez les enfants. La dernière évaluation théorique réalisée au niveau français en 1998³⁸ montrait que l'exposition moyenne en AFB₁ se situait chez les adultes et les enfants respectivement à 1,3 et 2,5 ng/jour/kg de poids corporel. Au 95^{ème} percentile, l'exposition théorique calculée était de 2,4 et 4,5 ng/kg p.c./j respectivement pour les adultes et les enfants.

34) IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol. 56, some naturally occurring substances, food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins, World health organization, Lyon, pp 245-395, 1993.

35) Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF), Les mycotoxines dans l'alimentation : évaluation et gestion du risque, édés TEC & DOC, 1999.

36) Scientific Committee for food. European Commission DG XXIV Unit B3. Thirty-fifth report. Opinion on Aflatoxins B₁, B₂, G₁ et G₂ and M₁, Expressed on 23 September, 1994.

37) JECFA Evaluation of certain food additives and contaminants. Forty-nine report. WHO Technical Report Series N°. 884, p69-77, Geneva, 1999

38) Verger Ph., Volatier J.L., et Dufour A., CSHPF, Les mycotoxines dans l'alimentation : évaluation théorique de l'exposition aux aflatoxines, édés TEC & DOC, 1999.

Comparés à cette dernière évaluation, les résultats indiquent une diminution de l'exposition d'un facteur 5 à 11 en fonction des groupes étudiés (*tableau 12*). Cette différence est pour l'essentiel due aux niveaux importants de contamination retrouvés à l'époque dans les céréales et les fruits à coque, ce qui n'est pas le cas dans notre étude.

Pour la population végétarienne, l'apport moyen estimé est compris entre 0,4 et 0,9 ng/kg p.c./j. en fonction des différents groupes étudiés. Au 95^{ème} percentile, l'exposition du groupe LV est de 0,9 ng/kg p.c./j. celle du groupe OLV est de 1,6 ng/kg p.c./j et celle du groupe V/M est de 2,1 ng/kg p.c./j (*tableau 13*).

La proportion d'individus dont l'apport dépasse «la limite» recommandée par le SCF et le JECFA de 1 ng/j/kg.p.c. est estimée à 0,01% pour les adultes de 15 ans et plus, à 3,4% pour les enfants de 3 à 14 ans et entre 2,6 et 23% pour la population végétarienne plus forte consommatrice de produits céréaliers et de fruits secs que la population française (*tableau 13 et annexe 1*).

Tableau 5 : Estimation de l'exposition aux Aflatoxines BG de la population française

Groupe d'aliment	Nb. d'échantillons	Moyenne de contamination (µg/kg)	Adultes (15 ans et plus) (n=1474)						Enfants (3 à 14 ans) (n=1018)					
			Consommation (g/jour)			Exposition (ng/kg p.c. ^a /j)			Consommation (g/jour)			Exposition (ng/kg p.c. ^a /j)		
			Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	%
Aliments végétariens	8	0,25	-	b -	-	-	-	-	-	b -	b -	-	-	-
Biscuits	2	0,25	2,90	21,43	0,011	0,079	9,7	6,19	34,50	0,056	0,330	17,3		
Céréales p.déj	4	0,25	3,55	25,71	0,014	0,106	12,3	8,56	44,39	0,077	0,402	23,9		
Chocolat	2	0,25	1,15	7,14	0,005	0,030	3,9	3,43	17,14	0,030	0,163	9,3		
Entremets	2	0,25	-	b -	-	-	-	-	b -	-	-	-		
Fruits secs et graines	22	0,25	2,22	14,29	0,008	0,061	7,2	1,35	7,14	0,014	0,069	4,2		
Légumes (hors pdt)	2	0,25	0,49	b -	0,002	0,000	1,8	0,06	b -	0,001	0,000	0,2		
Légumes secs	2	0,25	0,32	b -	0,001	0,000	1,1	0,08	b -	0,001	0,000	0,3		
Œufs et dérivés	30	0,25	18,3	57,14	0,069	0,209	59,2	11,5	37,14	0,105	0,357	32,5		
Sucres et dérivés	2	0,25	1,16	4,29	0,005	0,020	4,1	4,38	21,43	0,037	0,184	11,5		
Viennoiseries	2	0,25	0,22	b -	0,001	0,000	0,7	0,26	b -	0,002	0,000	0,7		
Total	78		30	86	0,117	0,345	100	36	101	0,323	0,888	100		

^a p.c. = poids corporel

^b Le tiret signifie qu'il y a moins de 5% de consommateurs pour le groupe d'aliment considéré et que la valeur au p95 est de 0.

Estimation du niveau d'exposition à l'aflatoxine M₁ des groupes de population étudiés

Le *tableau 6* montre que l'apport moyen estimé pour la population française en Aflatoxine M₁ est de 0,09 ng/kg p.c./j chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 0,22 ng/kg p.c./j chez les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition au 95^{ème} percentile est de 0,21 ng/kg p.c./j chez les adultes et de 0,55 ng/kg p.c./j chez les enfants. Ces résultats sont du même ordre de grandeur que ceux estimés lors de la dernière évaluation française³⁸, pour lesquels les niveaux moyens de contamination en aflatoxine M₁ étaient proches des limites de détection, ce qui est également le cas dans notre étude (*tableau 12*).

Pour la population végétarienne, l'apport moyen estimé serait compris entre 0 et 0,1 ng/kg p.c./j en fonction des différents groupes étudiés. Au 95^{ème} percentile, l'exposition est comprise entre 0 et 0,3 ng/kg p.c./j pour le groupe OLV et LV, alors que le groupe V/M n'est pas exposé du tout à cette toxine car ne consommant pas de lait et de produits laitiers (*tableau 13*).

La proportion d'individus dont l'apport dépasse « la limite » établie par le SCF et le JECFA de 1 ng/j/kg.p.c. est estimée à 0% pour les adultes de 15 ans et plus et pour la population végétarienne et est de 0,2% pour les enfants de 3 à 14 ans (tableau 13).

Tableau 6 : Estimation de l'exposition à l'Aflatoxine M₁ de la population Française

Groupe d'aliment	Nb. d'échantillons	Moyenne de contamination (µg/kg)	Adultes (15 ans et plus) (n=1474)						Enfants (3 à 14 ans) (n=1018)					
			Consommation (g/jour)			Exposition (ng/kg p.c ^a ./j)			Consommation (g/jour)			Exposition (ng/kg p.c ^a ./j)		
			Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	%
Beurre	2	0,05	13,6	34,1	0,01	0,03	11,0	10,2	24,0	0,02	0,05	8,4		
Entremets	4	0,05	0,21	^b -	0,00	0,00	0,10	0,16	^b -	0,00	0,00	0,2		
Fromages	20	0,05	25,6	75,0	0,02	0,06	20,6	13,1	45,4	0,02	0,08	10,6		
Lait	16	0,005	119	352	0,01	0,03	10,0	219	455	0,04	0,11	20,1		
Ultra frais laitier	28	0,047	70,4	214	0,06	0,17	58,3	69,9	180	0,13	0,41	60,7		
Total	70		229	510	0,09	0,21	100	312	585	0,22	0,55	100		

^a p.c. = poids corporel

^b Le tiret signifie qu'il y a moins de 5% de consommateurs pour le groupe d'aliment considéré et que la valeur au p95 est de 0.

Patuline

La patuline est une mycotoxine produite par un grand nombre de champignons différents des genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Byssochlamys*. La patuline, après infection naturelle par des *Penicillium* est retrouvée dans de nombreux fruits entiers (poires, pêches, abricots, raisins, bananes, pommes...) ou transformés (jus, sauces, compotes, gelées) mais la contamination la plus fréquente est celle provoquée par *Penicillium expansum* rencontrée lors de certaines formes de pourrissement des pommes, sur les fruits endommagés en surface.

Evaluation et caractérisation du danger

La patuline est classée dans le groupe 3 (impossible de se prononcer quant à la cancérogénicité du produit pour l'homme) par l'IARC (1986³⁹). Le Comité JECFA (1995⁴⁰), le CSHPF (1999⁴¹) et le SCF (2000⁴²) ont établi une dose journalière maximum tolérable provisoire (DJMTP) pour la patuline de 0,4 µg/kg de poids corporel calculée à partir d'effets combinés sur la reproduction, de ses effets toxiques à long terme et de la cancérogénicité (NOEL, à 43 µg/kg de poids corporel et par jour).

Evaluation et caractérisation du risque

Niveaux de patuline retrouvés dans les aliments analysés « tels que consommés »

Les résultats montrent que 16 échantillons, soit plus de 80% des produits analysés présentent des niveaux de contamination inférieurs à la limite de détection. Deux échantillons, soit plus de 10% des produits analysés présentent des niveaux de contamination compris entre la limite de détection et 50 µg/kg. Il s'agit pour le premier, d'un échantillon de jus de pomme à base de concentré et de cidre pour le deuxième. Deux échantillons, soit environ 10% des produits analysés présentent une teneur

39) IARC (1986) International Agency for Research on Cancer. Monographs on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to man: Vol. 40 Some naturally occurring and synthetic food components, flurocoumarins and ultraviolet radiation, p83-98

40) Evaluation of certain food additives and contaminants, forty-fourth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), 1995.

41) Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF). Les mycotoxines dans l'alimentation : évaluation et gestion du risque, eds TEC & DOC, 1999.

42) Reports of the Scientific Committee for Food (thirty-fifth series), 23 September 1994.

supérieure à 50 µg/kg. Il s'agit d'un échantillon de tartelette aux pommes (teneur de 60 µg/kg) et d'un échantillon de beignet aux pommes (teneur de 100 µg/kg). Ce type de produits à base de morceaux de pomme est visé par une limite réglementaire communautaire⁴³ de 25 µg/kg depuis 2003.

Estimation du niveau d'exposition à la Patuline des groupes de population étudiés

Le *tableau 7* montre que l'apport moyen estimé pour la population française est de 18 ng/kg p.c./j chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 30 ng/kg p.c./j chez les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition au 95^{ème} percentile est de 57 ng/kg p.c./j chez les adultes et de 110 ng/kg p.c./j chez les enfants (équivalent DJT inférieur à 30%). Comparé à la dernière évaluation de la tâche SCOOP 3.2.8 réalisée en 2002⁴⁴, les résultats d'exposition sont en moyenne plus importants d'un facteur 10 pour les adultes et d'un facteur 5 pour les enfants. Cette différence est pour l'essentiel due aux limites de détection plus importantes dans l'étude et à une prise en compte de vecteurs d'exposition alimentaire supplémentaires comme les fruits (pommes) et les pâtisseries (tartelette et beignet aux pommes) (*tableau 12*).

Pour la population végétarienne, l'apport moyen estimé est compris entre 34 et 50 ng/kg p.c./j en fonction des différents groupes étudiés. Au 95^{ème} percentile, l'exposition est comprise entre 90 et 120 ng/kg p.c./j soit un équivalent DJT inférieur ou égal à 30% (*tableau 13*).

La proportion d'individus dont l'apport théorique dépasse la PMTDI est estimée à 0% pour l'ensemble des populations étudiées (*tableau 13*).

Tableau 7 : Estimation de l'exposition à la Patuline de la population française

Groupe d'aliment	Nb. d'échantillons	Moyenne de contamination (µg/kg)	Adultes (15 ans et plus) (n=1474)						Enfants (3 à 14 ans) (n=1018)					
			Consommation (g/jour)			Exposition (ng/kg p.c. ^a /j)			Consommation (g/jour)			Exposition (ng/kg p.c. ^a /j)		
			Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	%
Boissons alcoolisées	2	19,5	3,54	17,1	1,00	5,18	5,60	0,47	^c -	0,33	0,00	1,10		
BRSA ^b	2	20,5	2,25	^c -	0,78	0,00	4,40	9,02	57,1	7,45	45,2	25,2		
Compote et fruits cuits	4	15	6,08	42,9	1,44	9,60	8,10	6,61	42,9	4,17	22,0	14,1		
Fruits	6	15	39,7	171	9,16	38,7	51,4	18,7	85,7	10,2	45,0	34,4		
Pâtisserie	6	31,7	19,1	77,1	5,45	21,6	30,6	11,6	51,4	7,40	34,7	25,2		
Total	20		71	233	18	57	100	46	150	30	106	100		

^a p.c. = poids corporel

^b Boissons Rafraichissantes Sans Alcool (jus de pomme à base de concentré).

^c Le tiret signifie qu'il y a moins de 5% de consommateurs pour le groupe d'aliment considéré et que la valeur au p95 est de 0.

43) Règlement (CE) n°1425/2003 de la commission du 11 août 2003 modifiant le règlement (CE) n°466/2001 en ce qui concerne la patuline (JOCE du 12/08/2003).

44) SCOOP reports on Tasks 3.2.8 Assessment of dietary intake of Patulin by the population of EU members states, Mars 2002, directorate general health and consumer protection.

Trichothécènes

Les trichothécènes sont des mycotoxines produites par des champignons du genre *Fusarium*. Approximativement vingt quatre espèces de *Fusarium* sont connues pour produire des trichothécènes. Parmi ces contaminants naturels des céréales actuellement identifiés, comme les plus répandus dans la production agricole, on trouve :

- le type A, comprenant la T-2 toxine, HT-2 toxine, T-2 triol, diacétoxy-scirpénol (DAS) et la monoacétoxy-scirpénol.
- le type B, comprenant le déoxynivalénol (DON), le nivalénol (NIV), le 3-acétyldéoxynivalénol, le 15-acétyldéoxynivalénol et la fusarénone X.

Evaluation et caractérisation du danger

La *toxine T-2* a été classée dans la catégorie L (preuve limitée d'un point de vue de sa carcinogénicité chez l'animal) et le DON a été classé dans la catégorie I (preuve insuffisante) par l'IARC⁴⁵. Le JECFA a établi en 2001⁴⁶, une DJT provisoire maximum (PMTDI) de 60 ng/kg p.c. pour T-2 et HT-2 seule ou combinée à partir d'études à court terme chez le porc (LOAEL de 0,03 mg/kg p.c./j. facteur de sécurité de 500). Une valeur combinée identique a aussi été confirmée par le SCF en 2002⁴⁷. Pour *DON*, le JECFA a établi en 2001⁴⁶ une DJT de 1 µg/kg p.c. en se basant sur une étude chronique sur les souris (NOAEL = 0,1 mg/kg p.c./j. effets réduction de croissance, facteur sécurité = 100). Cette valeur a également été reprise par le SCF en 2002⁴⁷. Pour *NIV*, seul le SCF a établi en 2002⁴⁷ une DJT temporaire de 0,7 µg/kg p.c. en se basant sur une étude chronique sur les souris (LOAEL = 0,7 mg/kg p.c./j. effets retard de croissance, facteur sécurité = 1000).

Evaluation et caractérisation du risque

Niveaux de Trichothécènes retrouvés dans les aliments analysés « tels que consommés »

Les résultats montrent que sur les 238 échantillons, seuls quelques trichothécènes (HT-2 toxine, Déoxynivalénol, fusarénone X et nivalénol) ont été parfois retrouvés à des niveaux de contamination supérieurs à la limite de détection. La toxine HT-2 et la toxine fusarénone X ont été quantifiées dans 1 échantillon sur 238 (un échantillon de noix à une concentration respective de 270 ppb et de 60 ppb). Le nivalénol a été mesuré dans trois échantillons à une teneur de 60 ppb (échantillon de noix, de pains spéciaux végétarien et de beignet de légumes indien). Trente et un échantillons, soit 13% des produits analysés pour le déoxynivalénol présentent des niveaux de contamination supérieurs à la limite de détection. Trente échantillons présentent des teneurs comprises entre la limite de détection et 500 µg/kg et un autre, une teneur comprise entre 500 et 1000 ppb⁴⁸. Il s'agit pour l'essentiel de produits céréaliers parmi lequel un échantillon de pain complet à 600 ppb.

Estimation du niveau d'exposition aux trichothécènes des groupes de population étudiés

Compte tenu de l'absence de détection d'une majorité des trichothécènes dans les aliments, du scénario de traitement des données censurées utilisé et de l'absence de références toxicologiques officielles pour ces mêmes toxines, il a été jugé préférable de ne pas proposer de calcul d'estimation des apports pour ces toxines et de ne présenter que les estimations d'exposition réaliste c'est-à-dire celles concernant le déoxynivalénol et le nivalénol.

45) IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol. 56, some naturally occurring substances, food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. World health organization, Lyon, pp 397-433, 1993.

46) JECFA, Safety evaluation of certain mycotoxins in food..WHO food additives series 47, 2001.

47) SCF, opinion of the scientific committee on food on fusarium toxins, Part 6: group evaluation of T-2 toxin, HT-2 toxin, nivalenol and deoxynivalenol, expressed on 26 february 2002.

48) Proposition par la commission européenne (DG-SANCO) de limite maximale pour le DON variant de 500 à 2000ppb dans les céréales et produits à base de céréales brutes ou transformées destinés à la consommation humaine.

Estimation de l'exposition au Déoxynivalénoïl

Le *tableau 8* montre que l'apport moyen estimé pour la population française est de 281 ng/kg p.c./j chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 451 ng/kg p.c./j chez les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition au 95^{ème} percentile est de 571 ng/kg p.c./j chez les adultes (équivalent DJT de 57%) et de 929 ng/kg p.c./j chez les enfants (équivalent DJT de 93%). Le vecteur contribuant le plus à cette exposition pour les deux groupes de population est représenté à plus de 90% par les produits dérivés des céréales et en particulier le pain et les biscottes (entre 45 et 70%). Les autres vecteurs non céréaliers contribuent à moins de 2% de l'exposition alimentaire totale. Ces résultats sont en moyenne significativement plus faibles (environ 60%) que ceux estimés lors de la dernière évaluation française de la tâche SCOOP 3.2.10 réalisée en 2003⁴⁹ (*tableau 12*). Pour l'essentiel, la différence est due à la non prise en compte dans le calcul de la tâche SCOOP du facteur de transformation du pourcentage de farine incorporé dans le produit céréalier fini alors que dans l'étude TDS celui-ci est pris en compte puisque les analyses ont porté directement sur les aliments transformés.

Tableau 8 : Estimation de l'exposition au Déoxynivalénoïl de la population française

Groupe d'aliment	Nb. d'échantillons	Moyenne de contamination (µg/kg)	Adultes (15 ans et plus) (n=1474)					Enfants (3 à 14 ans) (n=1018)				
			Consommation (g/jour)		Exposition (ng/kg p.c. ^a /j)			Consommation (g/jour)		Exposition (ng/kg p.c. ^a /j)		
			Moyenne	p95	Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	Moyenne	p95	%
Aliments végétariens	35	16,3	-	c -	-	-	-	-	-	-	-	-
Autres céréales	4	15,0	0,90	c -	0,2	0,0	0,1	1,3	7,1	0,8	4,4	0,2
Biscuits	14	46,4	13,9	57,1	9,5	40	3,4	29	91	57	201	12,6
Boissons alcoolisées	4	15,0	50,1	306	6,5	34	2,3	0,3	c -	0,1	0,0	0,0
BRSA ^b	2	15,0	1,20	c -	0,2	0,0	0,1	0,0	c -	0,0	0,0	0,0
Céréales petit déjeuner	12	19,6	4,90	34,3	1,4	9,9	0,5	18	64	13	46	2,8
Entrées	4	15,0	4,10	28,6	0,9	6,0	0,3	2,0	14	1,0	6,6	0,2
Entremets	5	15,0	3,00	20,0	0,4	2,4	0,1	3,9	21	1,0	6,1	0,2
Fruits	2	15,0	32,5	166	3,3	16	1,2	29	132	9,4	4	2,1
Fruits secs/graines ol.	22	16,2	3,00	17,1	0,8	4,5	0,3	1,7	11	1,2	6,1	0,3
Légumes (hors PDT)	4	15,0	3,10	26,4	0,4	2,8	0,1	3,0	23	0,9	6,5	0,2
Légumes secs	2	15,0	0,40	c -	0,1	0,0	0,0	0,1	c -	0,1	0,0	0,0
Oeufs et dérivés	30	17,5	18,3	57,1	4,8	14	1,7	12	37	7,2	25	1,6
Pain, biscottes	18	108,9	123	281	188	459	66,8	62	177	202	545	44,8
Pâtes	4	15,0	36,1	100	8,3	23	3,0	37	100	20	51	4,3
Pâtisserie	12	20,4	35,6	122	8,8	29	3,1	32	108	19	63	4,1
Pizzas. Quiches, etc..	6	22,5	21,8	81,7	9,8	42	3,5	16	61	16	56	3,5
Plats composés	24	15,4	22,2	104	5,1	25	1,8	20	86	9,7	45	2,1
Riz et semoule	8	58,8	20,8	71,4	9,5	40	3,4	21	64	24	118	5,3
Sandwiches, casse-cr.	12	23,8	12,5	66,6	4,7	26	1,7	10	45	6,9	33	1,5
Sucres et dérivés	2	15,0	1,20	4,3	0,3	1,2	0,1	4,4	21	2,2	11	0,5
Viennoiseries	12	57,9	17,3	84,8	18	82	6,5	24	86	61	223	13,5
Total	238		425	837	281	571	100	326	571	451	929	100

^a p.c. = poids corporel.

^b Boissons Rafraîchissantes Sans Alcool (bière sans alcool).

^c Le tiret signifie qu'il y a moins de 5% de consommateurs pour le groupe d'aliment considéré et que la valeur au p95 est de 0.

Pour la population végétarienne, l'apport moyen estimé est compris entre 320 et 410 ng/kg p.c./j en fonction des différents groupes étudiés. Au 95^{ème} percentile, l'exposition est comprise entre 720 et 960 ng/kg p.c./j (équivalent DJT compris entre 72 et 96%) (*tableau 13*).

La proportion d'individus dont l'apport théorique dépasse la DJT est estimée à 0,4% chez les adultes à 4% chez les enfants et de l'ordre de 4-5% chez la population végétarienne (*tableau 13*).

Estimation de l'exposition au Nivaléno

Le *tableau 9* montre que l'apport moyen estimé pour la population française est de 90 ng/kg p.c./j chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 160 ng/kg p.c./j chez les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition au 95^{ème} percentile est de 160 ng/kg p.c./j chez les adultes (équivalent DJT de 23%) et de 300 ng/kg p.c./j chez les enfants (équivalent DJT de 43%). Le vecteur contribuant le plus à cette exposition pour les deux groupes de population est représenté à environ 80% par les produits dérivés des céréales et en particulier par le groupe pain, biscottes (entre 19 et 32%) ; les autres vecteurs non céréaliers contribuent à des niveaux inférieurs à 4% de l'exposition alimentaire totale. Comparé à la dernière évaluation de la tâche SCOOP 3.2.10 réalisée en 2003⁴⁹, les résultats sont en moyenne du même ordre de grandeur (*tableau 12*).

Pour la population végétarienne, l'apport moyen estimé est compris entre 120 et 210 ng/kg p.c./j en fonction des différents groupes étudiés. Au 95^{ème} percentile, l'exposition est comprise entre 190 et 420 ng/kg p.c./j (équivalent DJT de 27-60%) (*tableau 13*).

La proportion d'individus dont l'apport théorique dépasse la DJT est estimée à 3,8% pour le groupe Végétalien/Macrobiote et à 0% pour l'ensemble des autres groupes étudiés (*tableau 13*).

Tableau 9 : Estimation de l'exposition au Nivaléno de la population française

Groupe d'aliment	Nb. d'échantillons	Moyenne de contamination (µg/kg)	Adultes (15 ans et plus) (n=1474)					Enfants (3 à 14 ans) (n=1018)				
			Consommation (g/jour)		Exposition (ng/kg p.c. ^a /j)			Consommation (g/jour)		Exposition (ng/kg p.c. ^a /j)		
			Moyenne	p95	Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	Moyenne	p95	%
Aliments végétariens	35	15,4	-	c -	-	-	-	-	-	-	-	-
Autres céréales	4	15	0,90	c -	0,21	0,00	0,24	1,30	7,1	0,83	4,4	0,51
Biscuits	14	15	13,9	57,1	3,25	13,7	3,71	29,3	90,5	16,9	54,3	10,34
Boissons alcoolisées	4	15	50,1	306	6,53	33,5	7,44	0,30	c -	0,13	0,0	0,08
BRSA ^b	2	15	1,20	c -	0,21	0,00	0,24	0,00	c -	-	-	-
Céréales petit déjeuner	12	15	4,90	34,3	1,19	8,98	1,36	18,1	64,3	10,2	37,1	6,27
Entrées	4	15	4,10	28,6	0,95	6,00	1,08	2,00	14,3	0,98	6,6	0,60
Entremets	5	15	3,00	20,0	0,37	2,43	0,43	3,90	20,9	1,01	6,1	0,62
Fruits	2	15	32,5	166	3,26	16,1	3,72	29,3	132	9,38	41,7	5,76
Fruits secs/graines ol.	22	16,0	3,00	17,1	0,79	4,46	0,90	1,70	10,7	1,17	6,0	0,72
Légumes (hors PDT)	4	15	3,10	26,4	0,37	2,85	0,42	3,00	22,9	0,88	6,5	0,54
Légumes secs	2	15	0,40	c -	0,08	0,00	0,09	0,10	c -	0,06	0,0	0,04
Oeufs et dérivés	30	15	18,3	57,1	4,15	12,6	4,74	11,5	37,1	6,29	21,4	3,86
Pain, biscottes	18	15,8	123	281	27,7	62,5	31,6	61,5	177	30,6	82,6	18,77
Pâtes	4	15	36,1	100	8,33	23,1	9,50	37,0	100	19,5	51,1	11,97
Pâtisserie	12	15	35,6	122	8,18	27,1	9,32	32,1	108	16,8	57,1	10,29
Pizzas, quiches. etc..	6	15	21,8	81,7	5,05	19,1	5,76	16,0	60,6	8,02	27,8	4,92
Plats composés	24	15	22,2	104	5,03	24,6	5,73	19,8	86,1	9,34	43,7	5,76
Riz et semoule	8	15	20,8	71,4	4,86	16,4	5,54	21,3	64,3	11,2	35,7	6,89
Sandwiches, casse-cr.	12	15	12,5	66,6	2,82	15,3	3,22	9,50	45,1	4,63	21,2	2,84
Sucres et dérivés	2	15	1,20	4,30	0,28	1,18	0,32	4,40	21,4	2,22	11,0	1,36
Viennoiseries	12	15	17,3	84,8	4,09	19,0	4,66	24,2	85,7	12,8	48,5	7,85
Total	238		425	837	88	157	100	326	571	163	300	100

^a p.c. = poids corporel.

^b Boissons Rafraîchissantes Sans Alcool (bière sans alcool).

^c Le tiret signifie qu'il y a moins de 5% de consommateurs pour le groupe d'aliment considéré et que la valeur au p95 est de 0.

Zéaralénone

La zéaralénone est une mycotoxine produite par des champignons du genre *Fusarium* et en particulier par *F. graminearum*, *F. semitectum*, *F. equiseti*, *F. crookwellense* et *F. culmorum*. Cette mycotoxine est un contaminant naturel des céréales, surtout du blé et du maïs, mais également de certains fruits et légumes (bananes, haricots, noix...), mais peut également se retrouver dans des produits animaux comme le lait, les foies et les oeufs par le biais de la contamination de l'alimentation animale. La contamination par la zéaralénone est un phénomène mondial, le champignon producteur se développant facilement dans tout type de conditions climatiques mais préférentiellement à des basses températures. La zéaralénone est thermostable et résiste à une température de 120°C pendant 4 heures.

Evaluation et caractérisation du danger

La zéaralénone est une molécule à activité oestrogénique classée dans la catégorie L (preuve limitée d'un point de vue de sa carcinogénicité) chez l'animal par l'IARC⁵⁰. Le SCF⁵¹ a établi en 2000, une dose journalière tolérable temporaire (t-TDI) de 0,2 µg/kg p.c. basée sur une étude à court terme chez le porc (NOAEL de 40 µg/kg p.c./j. effets hormonaux. facteur sécurité = 200). Le Comité du JECFA⁵² en 1999 a établi une dose journalière maximale tolérable provisoire (DJMTP) de 0,5 µg/kg de poids corporel calculée à partir d'effets hormonaux observés chez l'espèce la plus sensible, le porc (NOAEL de 50 µg/kg de poids corporel par jour). Le CSHPF⁵³ a proposé en 1999 une DJT de 0,1 µg/kg p.c./j calculée à partir d'effets observés sur la reproduction du singe.

Evaluation et caractérisation du risque

Niveaux de Zéaralénone retrouvés dans les aliments analysés « tels que consommés »

Les résultats montrent que seuls quelques échantillons, 5/245 (2%) ont été retrouvés à des niveaux supérieurs à la limite de détection, dont deux à un niveau supérieur à la limite de 50 ppb proposée actuellement par la commission européenne. Il s'agit pour les céréales petit déjeuner, de deux échantillons de muesli et de pétales de maïs enrichis ayant une teneur de 200 ppb et de 22 ppb ; pour les légumes, d'un échantillon de soja appertisé avec une teneur de 53 ppb ; et pour les fruits secs et graines oléagineuses, d'un échantillon de graines de sésame avec une teneur de 18 ppb.

Estimation du niveau d'exposition à la Zéaralénone des groupes de population étudiés

Le *tableau 10* montre que l'apport moyen estimé pour la population française est de 30 ng/kg p.c./j chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 70 ng/kg p.c./j chez les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition au 95^{ème} percentile est de 70 ng/kg p.c./j chez les adultes soit un équivalent DJT de 4-35% (JECFA-SCF) et de 130 ng/kg p.c./j chez les enfants soit un équivalent DJT de 12-65% (JECFA-SCF). Le vecteur contribuant le plus à cette exposition pour les deux groupes de population est représenté à plus de 60% par les produits dérivés des céréales et en particulier le groupe représenté par les céréales du petit déjeuner (entre 12 et 23%). Comparé à la dernière évaluation de la tâche SCOOP 3.2.10 réalisée en 2003⁵⁴, les résultats sont en moyenne du même ordre de grandeur (*tableau 12*).

50) IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol. 56, some naturally occurring substances, food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. World health organization, Lyon, pp 397-444, 1993.

51) SCF, opinion of the scientific committee on food on fusarium toxins, Part 2: evaluation of zéaralénone, expressed on 22 June 2000.

52) JECFA, Evaluation of certain food additives and contaminants. Fifty-third report of the joint FAO/WHO expert committee on food additives, WHO technical report series n°896.

53) Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF), Les mycotoxines dans l'alimentation : évaluation et gestion du risque, édés TEC & DOC, 1999.

54) SCOOP reports on Tasks 3.2.10. Assessment of dietary intake of fusariums by the population of EU members states, September 2003.

Pour la population végétarienne, l'apport moyen estimé est compris entre 50 et 200 ng/kg p.c./j en fonction des différents groupes étudiés. Au 95^{ème} percentile, l'exposition est comprise entre 110 et 570 ng/kg p.c./j soit un équivalent DJT de 22-285% (tableau 13).

La proportion d'individus dont l'apport théorique dépasse la dose journalière tolérable de 500 ng/kg p.c./j établie par le JECFA ou de 200 ng/kg p.c./j établie par le SCF est respectivement comprise entre 0 et 0,2% pour les adultes de 15 ans et plus, entre 0,4 et 2,5% pour les enfants de 3 à 14 ans et entre 0 et 31% pour la population végétarienne. Pour cette dernière, seule la population des végétaliens/macrobiotiques présente une probabilité d'être exposée au danger de Zéaralénone qui est estimée entre 8 et 31% du fait d'une consommation plus importante que les autres groupes en produits céréaliers, en fruits secs et en soja, seuls aliments pour lesquels on retrouve des niveaux de contamination supérieurs aux limites de détection (tableau 13 et annexe 1).

Tableau 10 : Estimation de l'exposition à la Zéaralénone de la population française

Groupe d'aliment	Nb. d'échantillons	Moyenne de contamination (µg/kg)	Adultes (15 ans et plus) (n=1474)						Enfants (3 à 14 ans) (n=1018)								
			Consommation (g/jour)			Exposition (ng/kg p.c. ^a /j)			Consommation (g/jour)			Exposition (ng/kg p.c. ^a /j)					
			Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	%			
Aliments végétariens	35	8,7	-	b -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abats	6	5	0,45	b -	0,03	0,00	0,11	0,20	b -	0,04	0,00	0,06					
Autres céréales	4	5	0,94	b -	0,07	0,00	0,22	1,30	7,10	0,28	1,45	0,42					
Biscuits	14	5	13,4	50,2	1,04	4,31	3,17	29,3	90,5	5,62	18,1	8,48					
Boissons alcoolisées	4	5	46,7	279	2,00	10,7	6,12	0,30	b -	0,04	0,00	0,07					
BRSA ^b	2	5	1,56	b -	0,10	0,00	0,29	0,00	b -	-	-	-					
Céréales pdj	12	22,7	4,50	32,1	3,79	13,9	11,6	18,1	64,3	15,3	58,7	23,11					
Entrées	4	5	3,66	28,6	0,28	1,91	0,87	2,00	14,3	0,33	2,21	0,49					
Entremets	6	5	3,03	20,0	0,12	0,80	0,38	3,90	20,9	0,33	2,03	0,50					
Fruits	2	5	32,6	169	1,02	5,11	3,11	29,3	132	3,13	13,9	4,72					
Fruits secs. graines ol.	22	5,7	3,28	19,7	0,25	1,38	0,78	1,70	10,7	0,34	1,83	0,52					
Légumes (hors pdt)	4	17	2,97	26,4	0,32	0,95	0,96	3,00	22,9	0,36	2,17	0,54					
Légumes secs	2	5	0,20	b -	0,02	0,00	0,06	0,10	c -	0,02	0,00	0,03					
Œufs et dérivés	30	5	19,3	60,0	1,45	4,32	4,45	11,5	37,1	2,10	7,14	3,17					
Pain, biscottes	18	5	125	284	9,39	21,2	28,7	61,5	177	10,2	27,2	15,37					
Pâtes	4	5	34,8	92,9	2,65	7,29	8,10	37,0	100	6,51	17,0	9,81					
Pâtisserie	12	5	37,7	128	2,88	9,91	8,81	32,1	108	5,59	19,0	8,43					
Pizzas, quiches etc...	6	5	22,5	87,5	1,74	6,66	5,32	16,0	60,6	2,68	9,26	4,03					
Plats composés	24	5	21,6	106	1,62	8,19	4,95	19,8	86,1	3,13	14,6	4,72					
Riz et semoule	8	5	21,1	74,0	1,63	5,57	4,97	21,3	64,3	3,75	11,9	5,65					
Sandwiches, casse-cr.	12	5	11,9	72,7	0,89	5,20	2,71	9,50	45,1	1,54	7,05	2,33					
Sucres et dérivés	2	5	0,98	4,29	0,08	0,39	0,25	4,40	21,4	0,74	3,67	1,12					
Viennoiseries	12	5	17,1	80,0	1,33	6,28	4,07	24,2	85,7	4,27	16,2	6,43					
Total	245		425	837	33	70	100	326	572	66	132	100					

^a p.c. = poids corporel.

^b Boissons Rafraîchissantes Sans Alcool (bière sans alcool).

^c Le tiret signifie qu'il y a moins de 5% de consommateurs pour le groupe d'aliment considéré et que la valeur au p95 est de 0.

Fumonisines

Les fumonisines sont des mycotoxines produites par des champignons du genre *Fusarium*, et plus particulièrement *F. moniliforme*. Ces mycotoxines sont des contaminants naturels du maïs et des produits à base de maïs. Ce sont les mycotoxines les plus répandues de part le monde. Il existe actuellement 4 types de fumonisines (FA, FB, FC et FP), dont les plus répandues sont les FB₁ et FB₂. Elles sont généralement thermostables, si bien qu'à partir d'une matière première contaminée, on les retrouve (au mieux avec un taux réduit dû au process) dans le produit fini.

Evaluation et caractérisation du danger

Les fumonisines sont classées dans la catégorie 2B de l'IARC⁵⁵, c'est à dire que leur carcinogénicité n'est pas à exclure. Pour la FB₁, le SCF⁵⁶ a établi une dose journalière tolérable temporaire de 2 µg/kg p.c. (SCF, 2000) en se basant sur des études chroniques chez le rat (NOAEL = 0.2 mg/kg p.c./j effets sur les reins. facteur sécurité = 100). Le JECFA⁵⁷ a établi une PMTDI pour le groupe FB₁, B₂ et B₃ seules ou en combinaison de 2 µg/kg p.c./j. en se basant sur la même NOAEL que le SCF (JECFA, 2001). Le CSHPF⁵⁸ a calculé pour l'ensemble des fumonisines à titre indicatif une limite toxicologique pour l'homme de 0,8 µg/kg p.c./j (NOAEL de 4 mg/kg p.c./j) en s'appuyant sur des études fondées sur le développement du cancer du foie chez le rat. Il propose dans son évaluation, une DJT de 5 µg/kg p.c./j calculée à partir de l'effet sur les poumons chez le porc (LOAEL de 5 mg/kg p.c./j, CSHPF 1999).

Evaluation et caractérisation du risque

Niveaux de Fumonisines retrouvés dans les aliments analysés « tels que consommés »

Les résultats montrent que 12/34 échantillons pour la fumonisines B₁ et 1 échantillon pour la fumonisine B₂ (soit respectivement 35% et 3%) présente des niveaux supérieurs à la limite de détection. Parmi ceux là, on retrouve 5/12 échantillons de céréales petit déjeuner (soit 42%) avec des teneurs allant de 60 à 120 ppb ; 3/6 des foies de volailles (soit 50%) avec une teneur comprise entre 90 et 120 ppb ; 1 échantillon de germe de soja appertisé à 100 ppb, un autre de maïs doux appertisé à 80 ppb et deux échantillons de bière ordinaire à 11 et 14 ppb.

Estimation du niveau d'exposition aux Fumonisines des groupes de population étudiés

Le *tableau 11* montre que l'apport moyen estimé pour la population française en Fumonisines totales est de 14 ng/kg p.c./j chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 46 ng/kg p.c./j chez les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition au 95^{ème} percentile est de 64 ng/kg p.c./j chez les adultes (équivalent DJT de 3%) et de 175 ng/kg p.c./j chez les enfants (équivalent DJT de 9%). Ces résultats sont en moyenne moins importants d'un facteur 10 à 20 que ceux estimés lors de la dernière évaluation française de la tâche SCOOP 3.2.10 réalisée en 2003⁵⁸ (*tableau 12*). Pour l'essentiel, la différence est due à la prise en compte dans le calcul de la tâche SCOOP de la catégorie d'aliment des céréales et produits céréaliers en tant que vecteur d'exposition pour la fumonisine alors que dans l'étude TDS celui-ci n'a pas été pris en compte.

Pour la population végétarienne, l'apport moyen estimé est compris entre 40 et 100 ng/kg p.c./j en fonction des différents groupes étudiés. Au 95^{ème} percentile, l'exposition est comprise entre 120 et 290 ng/kg p.c./j (équivalent DJT compris entre 1 et 15%) (*tableau 13*).

La proportion d'individus dont l'apport théorique dépasse la DJT est estimée à 0% pour l'ensemble des populations étudiées (*tableau 13*).

55) IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol. 56, some naturally occurring substances, food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. World health organization, Lyon, pp 444-599, 1993.

56) SCF, Opinion of the scientific committee on food on fusarium toxins, Part 3: evaluation of Fumonisins, adoptée le 17 octobre 2000.

57) JECFA, Safety evaluation of certain mycotoxins in food. WHO food additives series 47

58) SCOOP reports on Tasks 3.2.10. Assessment of dietary intake of fusariums by the population of EU members states, September 2003.

Tableau 11 : Estimation de l'exposition aux Fumonisines de la population française

Groupe d'aliment	Nb. d'échantillons	Moyenne de contamination B ₁ (µg/kg)	Moyenne de contamination B ₂ (µg/kg)	Adultes (15 ans et plus) (n=1474)						Enfants (3 à 14 ans) (n=1018)					
				Consommation (g/jour)			Exposition (ng/kg p.c. ^a /j)			Consommation (g/jour)			Exposition (ng/kg p.c. ^a /j)		
				Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	%	Moyenne	p95	%
Aliments végétariens	2	5,0	10,0	c -	c -	-	-	-	c -	c -	-	-	-		
Abats	6	52,5	10,0	0,42	c -	0,41	0,00	2,8	0,21	c -	0,48	0,00	1,03		
Boissons alcoolisées	4	7,4	10,0	50,1	306	8,46	44,0	58,8	0,28	c -	0,13	0,00	0,29		
BRSA ^b	2	8,2	10,0	1,17	c -	0,26	0,00	1,8	c -	c -	-	-	-		
Céréales pdj	12	41,3	11,7	4,88	34,3	3,80	28,6	26,4	8,2	64,29	42,5	161	91,83		
Légumes (hors pdt)	4	47,5	10,0	3,11	26,4	1,38	10,1	9,6	2,95	22,94	3,12	22,8	6,73		
Légumes secs	4	5,0	10,0	0,35	c -	0,08	0,00	0,6	0,08	c -	0,06	0,00	0,13		
Total	34			60	316	14	64	100	22	73	46	175	100		

^a p.c. = poids corporel.

^b Boissons Rafraîchissantes Sans Alcool (bière sans alcool).

^c Le tiret signifie qu'il y a moins de 5% de consommateurs pour le groupe d'aliment considéré et que la valeur au p95 est de 0.

Tableau 12 : Analyse comparative de l'exposition moyenne aux mycotoxines de la population française en fonction de deux méthodologies différentes

Source enquête	Valeurs Toxicologiques de référence SCF / JECFA (µg/kg p.c. ^a /j)	Adultes (15 ans et plus)		Enfants (3 à 14 ans)	
		Exposition ^a (ng/kg p.c./j)		Exposition ^a (ng/kg p.c./j)	
		moyenne	Comparaison de la moyenne par rapport à la DJT JECFA / SCF (%)	moyenne	Comparaison de la moyenne par rapport à la DJT JECFA / SCF (%)
Ochratoxine A SCOOP 3.2.7, 1999	0,005 / 0,0143	1,9	13 / 40	3,2	22 / 64
Ochratoxine A TDS, 2002		1,7	12 / 34	3,0	21 / 60
Déoxynivalénol SCOOP 3.2.10, 2003	1	460	46	730	73
Déoxynivalénol TDS, 2002		281	28	451	45
Nivalénol SCOOP 3.2.10, 2003	0,7	0,06	9	0,09	13
Nivalénol TDS, 2002		0,09	13	0,16	23
Zéaralénone SCOOP 3.2.10, 2003	0,2 / 0,5	0,03	6 / 15	0,04	8 / 20
Zéaralénone TDS, 2002		0,03	6 / 15	0,07	14 / 35
Fumonisines SCOOP 3.2.10, 2003	2	0,26	13	0,44	22
Fumonisines TDS, 2002		0,014	0,7	0,046	2
Patuline SCOOP 3.2.8, 2002	0,4	1,2	0,3	4,8	1,2
Patuline TDS, 2002		18	4,5	30	7,5

^a p.c. = poids corporel. Les niveaux d'exposition sont exprimés en moyenne. Les niveaux moyens de contamination utilisés dans les calculs correspondent aux traitements des données censurées middle bound : $nd=1/2 LOD$ et $<LOQ=1/2 LOQ$. Les poids corporels utilisés correspondent aux poids réels des individus enquêtés. La caractérisation du risque aux mycotoxines est exprimée ici en % de contribution des doses de référence toxicologiques établies par les comités scientifiques européens (SCF) ou internationaux (JECFA). Enfin, les apports en mycotoxines obtenus pour les deux types d'études ont tous été calculés à partir des données de consommation alimentaires de l'enquête INCA 1999, adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus, n=1474 et enfants de 3 à 14 ans, n=1018, à l'exception de ceux de la tâche SCOOP ochratoxine A 3.2.7. 1999, obtenus à partir des données de consommation alimentaire de l'enquête ASPCC, 1994 ; adultes « Normoévaluants » de 15 ans et plus, n=929 et enfants de 3 à 14 ans, n=232.

Tableau 13 : Caractérisation du risque aux mycotoxines des groupes de population étudiés

Valeurs Toxicologiques de référence SCF / JECFA (µg/kg p.c ^a ./j)	Population générale (3 à 65 ans et plus) (n=2492)				Population végétarienne (15 ans et plus) (n=138)									
	Adultes (15 ans et plus, n=1474)		Enfants (3 à 14 ans, n=1018)		Ovolactovégétariens (n=74)		Lactovégétariens (n=38)		Végétaliens/Macrobiotés (n=26)					
	Moyenne	p95	Exposition (µg/kg p.c ^a ./j)	% DJT SCF / JECFA ^b	Moyenne	p95	Exposition (µg/kg p.c ^a ./j)	% DJT SCF / JECFA ^b	Moyenne	p95	Exposition (µg/kg p.c ^a ./j)	% DJT SCF / JECFA ^b		
Mycotoxine														
Aflatoxines B1	0,001	0,00035	0,01	0,0003	0,0009	0,0006	0,0016	16,2	0,0004	0,0009	2,6	0,0009	0,0021	23
Aflatoxines M1	0,001	0,0002	0	0,0002	0,0006	0,0001	0,0002	0	0,0001	0,0003	0	Nc ^c	Nc ^c	0
Ochratoxine A	0,005 / 0,0143	0,0036	1 / 0	0,0041	0,0078	0,0022	0,0037	1,4 / 0	0,0024	0,0037	0 / 0	0,0037	0,0085	15 / 0
Déoxynivalénol	1	0,28	0,57	0,4	0,93	0,36	0,72	4	0,32	0,83	5,3	0,41	0,96	3,8
Nivalénol	0,7	0,09	0,16	0	0,3	0,12	0,23	0	0,12	0,19	0	0,21	0,42	3,8
Zéaralénone	0,2 / 0,5	0,03	0,07	0,2 / 0	0,13	0,05	0,11	0 / 0	0,06	0,12	0 / 0	0,20	0,57	31 / 8
Fumonisines	2	0,014	0,064	0	0,175	0,04	0,13	0	0,05	0,12	0	0,10	0,29	0
Patuline	0,4	0,018	0,057	0	0,11	0,044	0,10	0	0,05	0,12	0	0,034	0,09	0

^a p.c. = poids corporel.

^b Représente l'estimation de la probabilité que l'exposition des individus excède la(les) valeur(s) toxicologique(s) de référence.

^c Nc. Le groupe végétaliens/macrobiotés est un groupe non consommateurs de lait et de produits laitiers.



TROISIEME PARTIE

Minéraux, oligoéléments et
éléments toxiques

Minéraux et oligoéléments

Calcium

Le calcium (Ca) est un métal alcalinoterreux chimiquement apparenté au magnésium. Le corps humain contient 1 à 1,2 kg de calcium dont environ 99% sont localisés dans l'os. La régulation du calcium sanguin est assurée par la parathormone (PTH), la vitamine D et la calcitonine. Ces hormones de l'homéostasie du calcium agissent sur l'absorption intestinale de calcium alimentaire, sur la dégradation de la matrice osseuse, sur la réabsorption du calcium urinaire et sur la sensibilité gustative au calcium pour garder la calcémie constante.

Evaluation et caractérisation du danger

Le calcium est un élément majeur de la minéralisation osseuse et de la croissance, en particulier chez l'enfant avant 18 ans. Les manifestations à moyen ou long terme de la carence calcique sont les troubles osseux dus à une minéralisation insuffisante du tissu ostéoïde, rachitisme chez l'enfant et ostéomalacie chez l'adulte ou à une perte excessive de substance osseuse, l'ostéoporose. Des apports très élevés en calcium peuvent conduire chez des sujets sensibles, à une hypercalciurie et à une néphrocalcinose, ce risque étant aggravé en cas d'hypervitaminose. Le comité scientifique de l'alimentation humaine⁵⁹ a établi un apport nutritionnel minimum (ANM) et une limite de sécurité (LS) compris entre 0,4 et 2,5 g/j chez l'adulte et compris entre 0,2-0,3 et 2,5 g/j chez l'enfant. L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments⁶⁰ a établi une LS de 2 g/j.

Evaluation et caractérisation du risque

Teneurs en calcium retrouvées dans les aliments analysés « tels que consommés »

Le *tableau 14* montre que 970/998 échantillons (soit 97,3%) présentent des teneurs en calcium supérieures à la limite de détection de 7,65 mg/kg de poids frais. Le calcium est retrouvé présent à des teneurs moyennes comprises entre 1,0 et 6,7 g/kg pour les groupes d'aliments suivants par ordre décroissant : les fromages, les céréales petit déjeuner, les fruits secs et les graines oléagineuses, les pizzas, quiches et pâtisseries salées, le lait, le chocolat, les substituts de repas, les ultra frais laitiers et les entrées, les autres groupes présentent majoritairement des niveaux inférieurs à 0,8 g/kg.

Estimation du niveau d'exposition au calcium de la population française

Les *tableaux 15 et 16* montrent que l'apport moyen journalier estimé pour la population française est de 721 mg chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 729 mg pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition journalière aux 2,5^{ème} et 97,5^{ème} percentiles est chez les adultes de 300 mg soit un équivalent ANM de 75% et de 1312 mg soit un équivalent LS de 66%. Chez l'enfant, l'exposition est de 274 mg soit un équivalent ANM compris entre 90 et 140% et de 1324 mg soit un équivalent LS de 66% (*tableau 19*). Comparés aux données existantes au niveau français, les résultats sont plus faibles en moyenne et pour la médiane d'environ 100 mg (INCA⁶¹) ou plus fortes d'environ 100 mg (Noël *et al.*⁶², 642 mg). Le groupe du lait et des produits laitiers est le vecteur contribuant le plus à l'exposition des populations à hauteur de 49-54%. La proportion d'individus dont l'apport théorique est inférieur à l'apport nutritionnel minimum est estimée à 8,6% pour les adultes de 15 ans et plus et à 4,3% pour les enfants de 3 à 14 ans. Le dépassement de la limite de sécurité est estimé à 0,01% pour les deux échantillons.

59) CSAH, Opinion of the scientific committee on food on the tolerable upper intake level of calcium, EC, 2003.

60) AFSSA-CNERNA-CNRS, Apports nutritionnels conseillés pour la population française, 3ème édition, Coord. A.Martin, Eds tech et doc, 2001.

61) Enquête INCA (2000) CREDOC-AFSSA-DGAL, Enquête nationale sur les consommations alimentaires, Tech & Doc Lavoisier, Coordinateur: J.L Volatier.

62) Noël L., Leblanc J.C., Guérin T., Determination of several elements in duplicate meals from catering establishment using closed vessel microwave digestion with inductively coupled plasma mass spectrometry detection: estimation of daily dietary intake. Food additives and contaminants, vol. 20, n° 1, 44-56 (2003).

Chrome

La plupart du chrome (Cr) présent dans les aliments se trouve sous forme de chrome trivalent (CrIII) qui est un oligoélément essentiel et sous forme hexavalente (CrVI), plus toxique mais qui n'est normalement pas retrouvée dans les aliments. Le chrome (CrIII) est un oligoélément nécessaire au métabolisme glucidique, lipidique et des acides nucléiques. Il est surtout connu pour jouer un rôle important dans l'homéostasie glucidique via un effet potentialisateur de l'insuline. Les sources alimentaires majeures au chrome sont les épices, la levure, le foie et le jaune d'œuf^{60,63}.

Evaluation et caractérisation du danger

La toxicité du chrome chez l'homme est habituellement causée par des ingestions accidentelles de composés hexavalents du chrome qui peuvent résulter dans des dommages du tractus digestif, du foie, des reins et du système nerveux. Le chrome (CrVI) est classé dans la catégorie 1 « cancérogènes pour l'homme » par l'Agence internationale de recherche sur le cancer (IARC, 1990⁶⁴). Il n'existe pas à ce jour de valeur toxicologique de référence établie au niveau international par le JECFA pour le chrome hexavalent. En revanche, le CSAH a établi en 2003 une limite de sécurité (LS) de 1000 µg/j pour le chrome trivalent⁶⁵.

Evaluation et caractérisation du risque

Teneurs en chrome retrouvées dans les aliments analysés « tels que consommés »

Le *tableau 14* montre que 813/998 échantillons (soit 81,5%) présentent des teneurs en chrome supérieures à la limite de détection de 15 µg/kg de poids frais. Le chrome est retrouvé présent dans une grande partie des aliments à des teneurs moyennes comprises entre 0,10 et 0,34 mg/kg pour les groupes d'aliments suivants par ordre décroissant: le chocolat, les céréales et produits céréaliers, les fromages, les abats et la charcuterie, les sucres et dérivés, les entrées et les condiments et sauces, les autres groupes présentent majoritairement des niveaux inférieurs à 90 µg/kg.

Estimation du niveau d'exposition au chrome de la population française

Les *tableaux 15 et 16* montrent que l'apport moyen journalier estimé pour la population française est de 77 µg chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 68 µg pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition journalière au 97,5^{ème} percentile est de 126 µg soit un équivalent LS de 13% chez les adultes et de 124 µg soit un équivalent LS de 12% chez les enfants (*tableau 19*). Comparés aux données existantes au niveau français, les résultats sont en moyenne du même ordre de grandeur (Biego et al.⁶⁶) ou environ 2 fois plus faibles (Noël et al.⁶²). Cette différence s'explique probablement par le fait que la LOQ dans cette étude (30 µg/kg) a été estimée à environ 2,5 fois moins qu'au cours de l'étude précédente (82 µg/kg). Le groupe du pain, biscotte, les boissons non alcoolisées et les plats préparés sont les vecteurs alimentaires contribuant le plus à l'exposition des populations à hauteur de 7-17%. Les autres vecteurs contribuent à des niveaux inférieurs à 5% de l'exposition alimentaire totale. La proportion d'individus dont l'apport théorique dépasse la limite de sécurité est estimée à 0% pour les adultes de 15 ans et plus ainsi que pour les enfants de 3 à 14 ans.

63) Risk evaluation of essential trace elements, essential versus toxic levels of intake, report of a Nordic project group, 1995.

64) IARC, Monographs on evaluation of carcinogenic risks to humans. World health organization, Lyon Vol. 49, p.90, 1990.

65) CSAH, Opinion of the scientific committee on food on the tolerable upper intake level of trivalent chromium, European commission, 2003.

66) Biego, G. H., Joyeux, M., Hartemann, P., and Debry, G., Daily intake of essential minerals and metallic micropollutants from foods in France. Science of the total environment, 217, 227-232.

Cobalt

Le cobalt (Co) est un oligoélément essentiel en tant qu'atome central de liaison de la vitamine B₁₂ (cobalamines). Il joue de fait un rôle physiologique important, puisque la vitamine B₁₂ intervient en tant que coenzyme dans des réactions enzymatiques de transfert de groupement méthyl dans le métabolisme des acides aminés, en particulier dans la synthèse de méthionine à partir d'homocystéine. La vitamine B₁₂ est exclusivement synthétisée par les bactéries et est présente dans les aliments d'origine animale, liée à des protéines. Les sources alimentaires majeures en B₁₂ sont les produits animaux comme la viande, le poisson, la volaille, les fruits de mer, le lait, le fromage et les œufs⁶⁰.

Evaluation et caractérisation du danger

La carence en vitamine B₁₂, bien que restant rare dans la population générale du fait de l'existence de réserves usuelles de l'organisme, s'accompagne classiquement d'une anémie macrocytaire. En absence d'effets indésirables à forte dose et bien qu'aucune limite de sécurité n'ait été proposée au niveau international, le CSAH dans son opinion scientifique sur la vitamine B₁₂ établi en 1992⁶⁷ a recommandé que les apports journaliers ne soient pas supérieurs à 200 µg/j. Ce comité a également recommandé un apport nutritionnel minimum (ANM) de 0,6 µg/j chez l'adulte et un apport compris entre 0,3 et 0,5 µg/j chez l'enfant.

Evaluation et caractérisation du risque

Teneurs en cobalt retrouvées dans les aliments analysés « tels que consommés »

Le *tableau 14* montre que 469/998 échantillons (soit 47%) présentent des teneurs en cobalt supérieures à la limite de détection de 1 µg/kg de poids frais. Le cobalt est retrouvé présent dans une grande partie des aliments à des teneurs moyennes comprises entre 25 et 50 µg/kg pour les groupes d'aliments suivants par ordre décroissant: le chocolat, les mollusques et crustacés, les fruits secs et graines oléagineuses, les pâtes et les entrées, les autres groupes présentent majoritairement des niveaux inférieurs à 20 µg/kg.

Estimation du niveau d'exposition au cobalt de la population française

Les *tableaux 15 et 16* montrent que l'apport moyen journalier estimé pour la population française est de 7,5 µg chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 7,3 µg pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition journalière aux 2,5^{ème} et 97,5^{ème} percentiles est chez l'adulte de 3,5 µg et de 14 µg. Chez l'enfant, l'exposition est de 3,0 µg et de 15 µg (*tableau 19*). Pour pouvoir comparer l'exposition au cobalt avec les valeurs nutritionnelles ou toxicologiques de référence, il est nécessaire de connaître la proportion de cobalt alimentaire sous forme de vitamine B₁₂, or nous ne disposons pas de cette information. Comparés aux données existantes au niveau français, les résultats sont en moyenne plus faibles d'un facteur 4 (Biego et al.⁶⁶) ou plus fortes d'un facteur 2 (Noël et al.⁶²). Le groupe des céréales et produits céréaliers, les fruits, les sucres et dérivés, les entrées et les plats préparés sont les vecteurs alimentaires contribuant le plus à l'exposition des populations à hauteur de 7-12%. Les autres vecteurs contribuent à des niveaux inférieurs à 5% de l'exposition alimentaire totale.

67) CSAH, Reports of the scientific committee for food, thirty-first series, food science and techniques, Nutrient and energy intakes for the European community, commission of the European communities, 1993.

Cuivre

Le cuivre (Cu) est un oligoélément essentiel qui joue un rôle vital dans divers métabolismes. Il est connu pour intervenir notamment dans la qualité des cartilages, la minéralisation des os, la synthèse et la régulation de peptides neurotransmetteurs, l'immunité et le métabolisme du fer. Le cuivre a aussi un rôle important au niveau du métabolisme oxydatif du glucose et est donc à ce titre essentiel au fonctionnement du myocarde.

Evaluation et caractérisation du danger

Les intoxications au cuivre sont rares mais peuvent survenir au cours d'ingestion involontaire de sels de cuivre ou suite à une contamination accidentelle des boissons. Un excès de cuivre peut conduire à une hépatite et un ictère hémolytique grave. Le cuivre 8-hydroxyquinoline est classée dans la catégorie 3 « ne peut se prononcer quant à la cancérogénicité pour l'homme » par l'Agence internationale de recherche sur le cancer (IARC, 1987⁶⁸). Le CSAH dans son opinion scientifique sur le cuivre établi en 1992⁶⁹ a recommandé un apport nutritionnel minimum de 0,6 mg/j chez l'adulte et de 0,2-0,3 mg/j chez l'enfant ainsi qu'une limite de sécurité (LS) de 10 mg/j. Le JECFA en 1982 a établi une PMTDI pour le cuivre en concluant que des effets délétères chez l'homme peuvent survenir à partir de 0,5 mg/kg/j (>35 mg/j chez l'adulte)⁷⁰.

Evaluation et caractérisation du risque

Teneurs en cuivre retrouvées dans les aliments analysés « tels que consommés »

Le *tableau 14* montre que 977/998 échantillons (soit 97,9%) présentent des teneurs moyennes en cuivre supérieures à la limite de détection de 19 µg/kg de poids frais. Le cuivre est retrouvé présent majoritairement dans les mollusques et crustacés, les fruits secs et graines oléagineuses et les abats à une teneur de 7,0; 7,15 et 13,5 mg/kg, les autres groupes présentent des niveaux inférieurs à 3 mg/kg.

Estimation du niveau d'exposition au cuivre de la population française

Les *tableaux 15 et 16* montrent que l'apport moyen journalier estimé pour la population française est de 0,98 mg chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 0,81 mg pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition journalière aux 2,5^{ème} et 97,5^{ème} percentiles est chez l'adulte de 0,5 mg et de 1,7 mg soit un équivalent ANM de 83% et un équivalent LS de 17%. Chez l'enfant, l'exposition est de 0,4 mg et de 1,6 mg soit un équivalent ANM compris entre 130 et 200% et une LS de 16% (*tableau 19*). Comparés aux données existantes au niveau français, les résultats sont en moyenne, équivalents (Noël et al.⁶², 0,93 mg) ou plus faibles d'un facteur 1,5-2 (Biego et al.⁶⁶ et Martin et al.⁷¹). Le groupe du pain, biscottes, des biscuits, des légumes, des pommes de terre apparentées et des fruits sont les vecteurs alimentaires contribuant le plus à l'exposition des populations à un niveau compris entre 5-16%. Les autres vecteurs contribuent à des niveaux inférieurs à 5% de l'exposition alimentaire totale. La proportion d'individus dont l'apport théorique est inférieur à l'apport nutritionnel minimum est estimée à 7,3% pour les adultes de 15 ans et plus et à 0,01% pour les enfants de 3 à 14 ans. Le dépassement de la limite de sécurité est estimé à 0% pour les deux échantillons.

68) IARC, Monographs on evaluation of carcinogenic risks to humans. World health organization, Lyon Suppl. 7, p.61, 1987.

69) CSAH, Reports of the scientific committee for food, thirty-first series, food science and techniques, Nutrient and energy intakes for the European community, commission of the european communities, 1993.

70) Joint Expert Committee mixt FAO/OMS food additives and contaminants : Evaluation de certains additifs alimentaires et contaminants. Trente sixième session du comité mixte FAO/OMS d'experts, Technical reports series n°683, WHO, 1982.

71) AFSSA-CNERNA-CNRS, Apports nutritionnels conseillés pour la population française, 3ème édition, Coord. A.Martin, Eds tech et doc, 2001.

Lithium

Le Lithium (Li) est un oligoélément qui joue un rôle important dans le système nerveux central. Il existe une évidence pour que le lithium affecte le transport de l'ion sodium et interfère avec le mécanisme d'échange d'ions altérant la conduction nerveuse. Le lithium agit sur la capture des neurotransmetteurs, la sérotonine et le norépinéphrine dans les synapses, réduisant ainsi leur action. Il agit sur les vésicules synaptiques en réduisant la libération de norépinephrine et sur les membranes cellulaires en inhibant la production d'AMP cyclique qui est un second messenger cellulaire.

Evaluation et caractérisation du danger

Les effets indésirables les plus fréquents incluent des troubles gastro-intestinaux, des nausées et des vertiges. Les effets indésirables les plus communs et les plus persistants sont le tremblement des mains, la fatigue chronique, la soif, la polyurie et le diabète insipide néphrogénique. Il n'existe pas actuellement de recommandation minimum, ni maximum émises pour le lithium par les instances scientifiques nationales, européennes ou internationales.

Evaluation et caractérisation du risque

Teneurs en lithium retrouvées dans les aliments analysés « tels que consommés »

Le *tableau 14* montre que 679/998 échantillons (soit 68%) présentent des teneurs moyennes en lithium supérieures à la limite de détection de 3 µg/kg de poids frais. Le lithium est retrouvé présent majoritairement dans les mollusques et crustacés à une teneur de 123 µg/kg et dans les eaux de boisson à une teneur de 100 µg/l, les autres groupes présentent des niveaux inférieurs à 40 µg/kg.

Estimation du niveau d'exposition au Lithium de la population française

Les *tableaux 15 et 16* montrent que l'apport moyen journalier estimé pour la population française est de 28,5 µg chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 14,5 µg pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition journalière au 97,5^{ème} percentile est de 144 µg chez les adultes et de 38 µg chez les enfants (*tableau 19*). Comparés aux données existantes au niveau français, les résultats sont en moyenne plus forts d'un facteur 3 (Noël et al.⁷²). Le groupe des eaux de boissons et des soupes sont les vecteurs alimentaires contribuant le plus à l'exposition des populations à un niveau respectivement de 25-41% et de 14-15%. Les autres vecteurs contribuent à des niveaux inférieurs à 10% de l'exposition alimentaire totale.

72) Noël L., Leblanc J.C., Guérin T. Determination of several elements in duplicate meals from catering establishment using closed vessel microwave digestion with inductively coupled plasma mass spectrometry detection: estimation of daily dietary intake. Food additives and contaminants, vol. 20, n° 1, 44-56 (2003).

Magnésium

Le magnésium (Mg) est un oligoélément essentiel présenté comme le quatrième cation le plus abondant dans l'organisme des mammifères et le second cation le plus abondant dans les fluides extracellulaires. Le magnésium joue un rôle important en tant que cofacteur dans de nombreuses réactions enzymatiques, dans la synthèse des protéines et des acides nucléiques et a un effet protecteur et stabilisant sur les membranes. Il est également considéré comme essentiel dans l'homéostasie des ions calcium, potassium et sodium⁷³.

Evaluation et caractérisation du danger

La déficience se manifeste par des altérations du métabolisme du calcium, du sodium et du potassium et induit une tétanie musculaire. Pris en excès, le magnésium induit des sécrétions intestinales et des diarrhées sans provoquer d'effet systémique majeur à l'exception des individus présentant une insuffisance rénale. Le CSAH et l'AFSSA en 2001^{73,74} dans leur opinion scientifique sur le magnésium ont recommandé un apport ou un besoin nutritionnel minimal (BNM ou ANM) de 150 mg chez l'adulte et de 34-110 mg/j chez l'enfant ainsi qu'une limite de sécurité (LS) de 750 mg/j.

Evaluation et caractérisation du risque

Teneurs en magnésium retrouvées dans les aliments analysés « tels que consommés »

Le *tableau 14* montre que 996/998 échantillons (soit 99.8%) présentent des teneurs en magnésium supérieures à la limite de détection de 0,25 mg/kg de poids frais. Le magnésium est retrouvé présent majoritairement dans les mollusques et crustacés, les céréales et les fruits secs et graines oléagineuses à une teneur moyenne de 510, 896 et 1150 mg/kg, les autres groupes présentent des niveaux inférieurs à 500 mg/kg.

Estimation du niveau d'exposition au magnésium de la population française

Les *tableaux 15 et 16* montrent que l'apport moyen journalier estimé pour la population française est de 224 mg chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 197 mg pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition journalière aux 2,5^{ème} et 97,5^{ème} percentiles est chez l'adulte de 130 mg soit un équivalent ANM de 87% et de 359 mg soit un équivalent LS de 48%. Chez l'enfant, l'exposition est de 105 mg soit un équivalent ANM compris entre 95 et 310% et de 334 mg soit un équivalent LS de 45% (*tableau 19*). Comparés aux données existantes au niveau français, les résultats sont en moyenne du même ordre de grandeur (INCA⁷⁵ et Noël et *al.*⁷²). Le groupe du pain, biscottes, du lait, des légumes, de la viande, des fruits et du café sont les vecteurs alimentaires contribuant le plus à l'exposition des populations à un niveau compris entre 6-13%. Les autres vecteurs contribuent à des niveaux inférieurs à 5% de l'exposition alimentaire totale. La proportion d'individus dont l'apport théorique est inférieur à l'apport nutritionnel minimum est estimée à 7,2% pour les adultes de 15 ans et plus et à 1,3% pour les enfants de 3 à 14 ans. Le dépassement de la limite de sécurité est estimé à 0% pour les deux échantillons.

73) CSAH, Opinion of the scientific committee on food on the tolerable upper intake level of magnesium, European commission, 2001.

74) AFSSA-CNERNA-CNRS, Apports nutritionnels conseillés pour la population française, 3^{ème} édition, Coord. A.Martin, Eds tech et doc, 2001.

75) Enquête INCA (2000) CREDOC-AFSSA-DGAL, Enquête nationale sur les consommations alimentaires, Tech & Doc Lavoisier, Coordinateur: J.L. Volatier.

Manganèse

Le manganèse (Mn) est un oligoélément qui peut exister sous de nombreux états d'oxydation, dont Mn (II) est la forme prédominante dans les systèmes biologiques. Ses principales fonctions concernent les métabolismes glucidique (synthèse et sécrétion de l'insuline) et lipidique ainsi que la détoxification des radicaux libres de l'oxygène. La source majoritaire d'exposition au manganèse dans la population générale provient des aliments comme le thé, les graines, le riz et les fruits secs⁷⁷.

Evaluation et caractérisation du danger

L'exposition au manganèse par inhalation est neurotoxique. L'apport par voie orale, en dépit de sa faible absorption par le tractus digestif a été vu causé des effets neurotoxiques. Des apports insuffisants pourraient entraîner des troubles osseux et diminueraient la cholestérolémie. Le CSAH, dans son opinion scientifique sur le manganèse établie en 2000⁷⁶ et l'AFSSA en 2001⁷⁷ ont recommandé un apport ou un besoin nutritionnel minimum (ANM ou BNM) de 0,75 mg/j et une limite de sécurité (LS) de 10 mg/j.

Evaluation et caractérisation du risque

Teneurs en manganèse retrouvées dans les aliments analysés « tels que consommés »

Le *tableau 14* montre que 976/998 échantillons (soit 97,8%) présentent des teneurs en manganèse supérieures à la limite de détection de 8 µg/kg de poids frais. Le manganèse est retrouvé présent majoritairement dans les céréales petit déjeuner, les fruits secs et graines oléagineuses et les autres céréales à une teneur moyenne de 10,8, 10,9 et 19,6 mg/kg, les autres groupes présentent des niveaux inférieurs à 5 mg/kg.

Estimation du niveau d'exposition au manganèse de la population française

Les *tableaux 15 et 16* montrent que l'apport moyen journalier estimé pour la population française est de 2,3 mg chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 1,9 mg pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition journalière aux 2,5^{ème} et 97,5^{ème} percentiles est chez l'adulte de 1,0 mg soit un équivalent BNM de 133% et de 4,8 mg soit un équivalent LS de 48%. Chez l'enfant, l'exposition est de 0,6 mg soit un équivalent BNM de 80% et de 4,2 mg soit un équivalent LS de 42% (*tableau 19*). Comparés aux données existantes au niveau français, les résultats sont en moyenne du même ordre de grandeur (Biego et al.⁶⁶ et Noël et al.⁷²). Le groupe du pain, biscottes et les fruits sont les vecteurs alimentaires contribuant le plus à l'exposition des populations à un niveau respectivement compris de 20-30% et de 15-17%. Les autres vecteurs contribuent à des niveaux inférieurs à 8% de l'exposition alimentaire totale. La proportion d'individus dont l'apport théorique est inférieur au besoin nutritionnel minimum est estimée à 0,4% pour les adultes de 15 ans et plus et à 0,8% pour les enfants de 3 à 14 ans. Le dépassement de la limite de sécurité est estimé à 0% chez l'adulte et à 0,01% chez l'enfant.

76) CSAH, Opinion of the scientific committee on food on the tolerable upper intake level of manganese, European commission, 2000.

77) AFSSA-CNERSA-CNRS, Apports nutritionnels conseillés pour la population française, 3ème édition, Coord. A.Martin, Eds tech et doc, 2001.

Molybdène

Le molybdène (Mo) est un oligoélément essentiel largement distribué dans la nature. Il intervient au niveau du métabolisme des acides aminés soufrés et des purines. Le molybdénite (MoS_2) est la source majeure de production industrielle des composés de molybdène. Ces composés sont utilisés dans la production d'acier, d'équipement électrique et sont aussi utilisés dans l'agriculture dans les formulations de fertilisants ou de traitement des graines. Les sources alimentaires majeures de molybdène sont le sorgho, les légumes feuillus, les légumes secs, les graines de céréales, le lait, les œufs et les abats⁷⁸.

Evaluation et caractérisation du danger

Les signes majeurs de toxicité observés chez l'homme se caractérisent par des diarrhées, des anémies, une immaturité érythrocytaire et de l'uricémie. Une déficience en enzymes à cofacteur Mo est associée à des troubles neurologiques. Les composés insolubles MoS_2 , Mo et MoO_2 sont moins toxiques que les molybdates plus solubles. Le CSAH et l'AFSSA, dans leur opinion scientifique sur le molybdène établie en 2000⁷⁸ et 2001⁷⁷ ont recommandé un apport nutritionnel minimum de 17,5 µg/j pour la population générale et une limite de sécurité (LS) de 600 µg/j pour les adultes et une LS comprise entre 200 et 400 µg/j pour les enfants.

Evaluation et caractérisation du risque

Teneurs en molybdène retrouvées dans les aliments analysés « tels que consommés »

Le *tableau 14* montre que 848/998 échantillons (soit 85%) présentent des teneurs en molybdène supérieures à la limite de détection de 3 µg/kg de poids frais. Le molybdène est retrouvé présent majoritairement dans les fruits secs et graines oléagineuses, les abats, les légumes secs et les autres céréales à une teneur moyenne de 1,3, 0,8 et 0,7 mg/kg, les autres groupes présentent des niveaux inférieurs à 0,5 mg/kg.

Estimation du niveau d'exposition au molybdène de la population française

Les *tableaux 15 et 16* montrent que l'apport moyen journalier estimé pour la population française est de 138 µg chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 114 µg pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition journalière aux 2,5^{ème} et 97,5^{ème} percentiles chez l'adulte est de 65 µg soit un équivalent ANM de 370% et de 270 µg soit un équivalent LS de 45%. Chez l'enfant, l'exposition est de 48 µg soit un équivalent ANM de 274% et de 216 µg soit un équivalent LS compris entre 54-108% (*tableau 19*). Comparés aux données existantes au niveau français, les résultats sont en moyenne plus faibles d'un facteur 2 (Biego et al.⁶⁶) ou du même ordre de grandeur (Noël et al.⁷²). Le groupe du pain, biscottes, des pommes de terre apparentées, des légumes et des légumes secs sont les vecteurs alimentaires contribuant le plus à l'exposition des populations à un niveau respectivement de 13-22%, 16-18%, 9-13% et de 7%. Les autres vecteurs contribuent à des niveaux inférieurs à 5% de l'exposition alimentaire totale. La proportion d'individus dont l'apport théorique est inférieur à l'apport nutritionnel minimum est estimée à 0% pour les adultes de 15 ans et plus ainsi que pour les enfants de 3 à 14 ans. Le dépassement de la limite de sécurité est estimé à 0% chez l'adulte et à 0,5% chez l'enfant.

78) CSAH, Opinion of the scientific committee on food on the tolerable upper intake level of molybdene, European commission, 2000.

Nickel

Le Nickel (Ni) est un oligoélément existant sous différentes formes, dont le nickel divalent est la forme la plus répandue en biologie. Il intervient dans le métabolisme de la méthionine. Le nickel est un composé largement utilisé depuis de nombreuses années surtout pour la fabrication d'alliages durs, malléables et résistants à la corrosion, d'enduits, de pièces de monnaie, de catalyseurs, d'appareils et instruments pour laboratoires de chimie, de thermopiles, d'accumulateurs Ni-Cd et de matériaux magnétiques⁷⁹. Les sources alimentaires majoritaires de nickel sont le chocolat, les fruits secs et les légumineuses.

Evaluation et caractérisation du danger

Le nickel métal et ses composés inorganiques sont considérés comme étant assez peu toxiques. En revanche, certains composés organiques comme le nickel tétracarbone sont extrêmement toxiques et possèdent un fort potentiel allergène et mutagène. La cancérogénicité du nickel se manifeste essentiellement par inhalation. Les composés du nickel sont classés dans la catégorie 1 « cancérogènes pour l'homme » et le nickel métallique dans la catégorie 2B « cancérogènes possibles pour l'homme » par l'Agence internationale de recherche sur le cancer (IARC, 1990⁸⁰). Le JECFA n'a pas recommandé de DHTP pour le nickel. En revanche, l'AFSSA en 2001⁷⁷ a recommandé une limite de sécurité (LS) de 600 µg/j qui correspond au seuil d'apparition de toxicité du nickel.

Evaluation et caractérisation du risque

Teneurs en nickel retrouvées dans les aliments analysés « tels que consommés »

Le *tableau 14* montre que 599/998 échantillons (soit 60%) présentent des teneurs en Nickel supérieures à la limite de détection de 32 µg/kg de poids frais. Le nickel est retrouvé présent majoritairement dans les fruits secs et graines oléagineuses, le chocolat et les céréales petit déjeuner à une teneur moyenne de 1,15, 0,63 et 0,55 mg/kg, les autres groupes présentent des niveaux inférieurs à 0,5 mg/kg.

Estimation du niveau d'exposition au Nickel de la population française

Les *tableaux 15 et 16* montrent que l'apport moyen journalier estimé pour la population française est de 94 µg chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 92 µg pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition journalière au 97,5^{ème} percentile est de 166 µg soit un équivalent LS de 28% chez les adultes et de 174 µg soit un équivalent LS de 29% chez les enfants (*tableau 19*). Comparés aux données existantes au niveau français, les résultats sont en moyenne plus faibles d'un facteur 2,5 (Biego et al.⁶⁶) ou du même ordre de grandeur (Noël et al.⁷²). Le groupe des légumes, de l'eau de boisson, des céréales petit déjeuner, des biscuits, du pain, biscottes, du lait, des fromages, des boissons non alcoolisées et des plats préparés sont les vecteurs alimentaires contribuant le plus à l'exposition des populations à un niveau respectivement compris entre 5 et 10%. Les autres vecteurs contribuent à des niveaux inférieurs à 5% de l'exposition alimentaire totale. La proportion d'individus dont l'apport théorique dépasse la limite de sécurité est estimée à 0% pour les adultes de 15 ans et plus ainsi que pour les enfants de 3 à 14 ans.

79) Ministère fédéral allemand de la Coopération économique et du Développement, Documentation pour l'étude et l'évaluation des effets sur l'environnement, 1995.

80) IARC, Monographs on evaluation of carcinogenic risks to humans. World health organization, Lyon Vol. 49, p.257, 1990.

Sélénium

Le sélénium (Se) est un métalloïde dont les propriétés physicochimiques sont proches de celles du soufre. Les sélénométhionines sont les formes prédominantes du sélénium alimentaire. La plupart des fonctions biologiques du sélénium passe par l'intermédiaire des sélénoprotéines comme les glutathions peroxydases qui sont des enzymes antioxydantes constituant une des principales lignes de défense de l'organisme. Il joue également un rôle dans les réponses inflammatoires et immunitaires⁸¹.

Evaluation et caractérisation du danger

Le sélénium et ses composés sont classés dans la catégorie 3 « ne peut se prononcer quant à la cancérogénicité pour l'homme » par l'Agence internationale de recherche sur le cancer (IARC, 1987⁸²). Des apports insuffisants en sélénium peuvent provoquer une dystrophie des muscles squelettiques, des retards de développement neurologique et une fréquence accrue des infections. Le CSAH dans son opinion scientifique sur le sélénium a établi en 2000⁸³ un apport nutritionnel minimum de 20 µg/j chez l'adulte et de 4 à 10 µg/j chez l'enfant, ainsi qu'une limite de sécurité (LS) de 300 µg/j pour les adultes et une LS comprise entre 90 et 250 µg/j pour les enfants. Le CSHPF en 1996⁸⁴ a recommandé une limite de sécurité (LS) de 150 µg/j.

Evaluation et caractérisation du risque

Teneurs en sélénium retrouvées dans les aliments analysés « tels que consommés »

Le *tableau 14* montre que 369/998 échantillons (soit 37%) présentent des teneurs en sélénium supérieures à la limite de détection de 22 µg/kg de poids frais. Le sélénium est retrouvé présent majoritairement dans les volailles et gibiers, dans les poissons, dans la charcuterie et dans la viande à une teneur moyenne comprise entre 95 et 170 µg/kg, les autres groupes présentent des niveaux inférieurs à 50 µg/kg.

Estimation du niveau d'exposition au sélénium de la population française

Les *tableaux 15 et 16* montrent que l'apport moyen journalier estimé pour la population française est de 42 µg chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 31 µg pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition journalière aux 2,5^{ème} et 97,5^{ème} percentiles est chez l'adulte de 22 µg soit un équivalent ANM de 110% et de 70 µg soit un équivalent LS de 23%. Chez l'enfant, l'exposition est de 15 µg soit un équivalent ANM compris entre 150 et 375% et de 55 µg soit un équivalent LS compris entre 22 et 61% (*tableau 19*). Comparés aux données existantes au niveau français, les résultats sont en moyenne plus faibles d'un facteur 1,5 (Noël et al.⁷²) ou du même ordre de grandeur (AFSSA, 2001⁸¹). Le groupe des légumes, de l'eau de boisson, des céréales petit déjeuner, des biscuits, du pain, biscottes, du lait, des fromages, des boissons non alcoolisées et des plats préparés sont les vecteurs alimentaires contribuant le plus à l'exposition des populations à un niveau respectivement compris entre 5 et 10%. Les autres vecteurs contribuent à des niveaux inférieurs à 5% de l'exposition alimentaire totale. La proportion d'individus dont l'apport théorique est inférieur à l'apport nutritionnel minimum est estimée à 1,5% pour les adultes de 15 ans et plus et à 0,2% pour les enfants de 3 à 14 ans. Le dépassement de la limite de sécurité est estimé à 0% pour les deux échantillons.

81) AFSSA-CNERNA-CNRS, Apports nutritionnels conseillés pour la population française, 3ème édition, Coord. A.Martin, Eds Tech et doc, 2001.

82) IARC, Monographs on evaluation of carcinogenic risks to humans. World health organization, Lyon Suppl. 7, p.71, 1987.

83) CSAH, Opinion of the scientific committee on food on the tolerable upper intake level of sélénium, European commission, 2000.

84) Conseil supérieur d'hygiène publique de France, Martin, A., Les limites de sécurité dans les consommations alimentaires des vitamines et minéraux. Tech et doc Lavoisier, Paris, p 35-36, 1996(85) AFSSA, Rapport sel, Evaluation et recommandations, Août 2002.

Sodium

Le sodium (Na) est en général associé au chlore (Cl) pour former du sel de chlorure de sodium. Le sodium est l'ion le plus abondant du liquide extracellulaire, qui constitue environ 90% des cations extracellulaires. Il joue un rôle important dans la transmission des influx nerveux et musculaires et à un rôle essentiel dans l'équilibre hydrominéral. La balance des fluides extracellulaires est par conséquent fortement liée à son ingestion. L'homéostasie du sodium sanguin est principalement sous contrôle de deux hormones « natriogènes » fondamentales, l'aldostérone et l'angiotensine II, des minéralocorticoïdes jouant un rôle direct dans le comportement ingestif inné de la natriophilie.

Evaluation et caractérisation du danger

Le CSAH dans son opinion scientifique sur le sodium a établi en 1992⁶⁹ un apport nutritionnel minimum (ANM) de 0,57 g/j et une limite de sécurité (LS) de 3,5 g/j pour la population générale. L'AFSSA dans son avis de juin 2002⁸⁵ recommande de ne pas dépasser 8 g de sel (NaCl) par jour, ce qui équivaut à une limite maximum de 3,15 g de sodium/jour.

Evaluation et caractérisation du risque

Teneurs en sodium retrouvées dans les aliments analysés « tels que consommés »

Le *tableau 14* montre que 959/998 échantillons (soit 96,1%) présentent des teneurs en sodium supérieures à la limite de détection de 2,92 mg/kg de poids frais. Le sodium est retrouvé présent majoritairement dans les produits céréaliers à des teneurs comprises entre 1,7 et 6,8 g/kg, dans les produits carnés à des teneurs moyennes comprises entre 1,2 et 6,9 g/kg, dans les produits de la pêche à des teneurs comprises entre 2,1 et 5,4 g/kg, dans les fromages à un teneur de 5,6 g/kg et dans les produits composés (pizza etc..., sandwich, plats préparés, soupes et entrées) à des teneurs comprises entre 1,5 et 6,0 g/kg.

Estimation du niveau d'exposition au sodium de la population française

Les *tableaux 15 et 16* montrent que l'apport moyen journalier estimé pour la population française est de 2,3 g chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 1,8 g pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition journalière aux 2,5^{ème} et 97,5^{ème} percentiles est chez l'adulte de 1,1 g soit un équivalent ANM de 193% et de 4,3 g soit un équivalent LS compris entre 91 et 122%. Chez l'enfant, l'exposition est de 0,8 g soit un équivalent ANM de 140% et de 3,8 g soit un équivalent LS compris entre 81 et 108% (*tableau 19*). Les résultats comparés aux données existantes au niveau français sont en moyenne et au 95^{ème} percentile plus faibles d'environ 20-25% (INCA⁸⁶ et Noël et al.⁷²). Le groupe du pain, biscottes et des plats préparés sont les vecteurs alimentaires contribuant le plus à l'exposition des populations à un niveau respectivement de 20-40% et de 10%. Les autres vecteurs contribuent à des niveaux inférieurs à 6% de l'exposition alimentaire totale. La proportion d'individus dont l'apport théorique est inférieur à l'apport nutritionnel minimum est estimée à 0,07% pour les adultes de 15 ans et plus et à 0,3% pour les enfants de 3 à 14 ans. Le dépassement de la limite de sécurité est estimé entre 8 et 13% pour les adultes de 15 ans et plus et entre 3,5 et 5% pour les enfants de 3 à 14 ans. Cette fréquence de dépassement est plus forte si l'on inclut le sel ajouté à table dans les aliments.

85) AFSSA, Rapport sel, Evaluation et recommandations, Août 2002.

86) Enquête INCA (2000) CREDOC-AFSSA-DGAL, Enquête nationale sur les consommations alimentaires, Tech & Doc Lavoisier, Coordinateur: J.L. Volatier.

Zinc

Le Zinc (Zn) est un élément essentiel dans la nutrition humaine, animale et végétale. Il joue un rôle majeur dans la croissance et le développement, dans la maturation testiculaire, dans les fonctions neurologiques et dans l'immunocompétence. Il intervient dans l'activité de nombreuses enzymes. Son impact physiologique le plus important se situe dans toutes les étapes de la synthèse protéique, dans l'activité des ARN et ADN polymérase ainsi que dans le déclenchement de la lecture du génome par l'intermédiaire des protéines « à doigts de zinc ».

Evaluation et caractérisation du danger

La déficience en zinc est rare. Chez l'homme, l'effet le plus prononcé est la toxicité aiguë du zinc qui se manifeste par des troubles gastro-intestinaux. L'effet toxique chronique du zinc associé à une déficience en cuivre provoque des effets indésirables comme l'anémie, la neutropénie et une diminution de la réponse immunitaire. Le JECFA a établi en 1982⁸⁷ une PMTDI pour le zinc de 1 mg/kg p.c./j équivalent à 60 mg/j pour un adulte de 60 kg et à 30 mg/j pour un enfant de 30 kg. Le CSAH dans son opinion scientifique sur le zinc a établi en 2003⁸⁸ un apport nutritionnel minimum (ANM) de 4-5 mg/j pour l'adulte et de 1,6-3,6 mg/j pour l'enfant ainsi qu'une limite de sécurité (LS) de 25 mg/j pour les adultes et une LS comprise entre 10 et 22 mg/j pour les enfants. Le CSHPF en 1996⁸⁴ a recommandé une limite de sécurité de 15 mg/j.

Evaluation et caractérisation du risque

Teneurs en zinc retrouvées dans les aliments analysés « tels que consommés »

Le *tableau 14* montre que 988/998 échantillons (soit 99%) présentent des teneurs moyennes en zinc supérieures à la limite de détection de 81 µg/kg de poids frais. Le zinc est retrouvé présent majoritairement dans les mollusques et crustacés (66 mg/kg), dans la viande (37 mg/kg), dans les fromages et les abats (31 mg/kg), dans les autres céréales et les fruits secs et graines oléagineuses (19-26 mg/kg), les autres groupes présentent des niveaux inférieurs à 17 mg/kg.

Estimation du niveau d'exposition au Zinc de la population française

Les *tableaux 15 et 16* montrent que l'apport moyen journalier estimé pour la population française est de 8,7 mg chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 7,6 mg pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition journalière aux 2,5^{ème} et 97,5^{ème} percentiles est chez l'adulte de 4,6 mg soit un équivalent ANM de 92-115% et de 15 mg soit un équivalent LS compris entre 25 et 100%. Chez l'enfant, l'exposition est de 3,6 mg soit un équivalent ANM de 100-225% et de 14 mg soit un équivalent LS compris entre 47 et 140% (*tableau 19*). Comparés aux données existantes au niveau français, les résultats sont en moyenne plus faibles d'un facteur 1,5 (Biego et *al.*⁶⁶) ou du même ordre de grandeur (Noël et *al.*⁷²). Le groupe de la viande, du lait et des fromages et du pain, biscotte sont les vecteurs alimentaires contribuant le plus à l'exposition des populations à un niveau respectivement de 22-23%, de 8-17% et de 6-11%. Les autres vecteurs contribuent à des niveaux inférieurs à 5% de l'exposition alimentaire totale. La proportion d'individus dont l'apport théorique est inférieur à l'apport nutritionnel minimum est estimée à 2,6% pour les adultes de 15 ans et plus et à 0,9% pour les enfants de 3 à 14 ans. Le dépassement de la limite de sécurité est estimé entre 0 et 2,0% pour les adultes et entre 0 et 2,1% pour les enfants.

87) Joint Expert Committee mixt FAO/OMS food additives and contaminants : Evaluation de certains additifs alimentaires et contaminants. Trente sixième session du comité mixte FAO/OMS d'experts, Technical reports series n°683, WHO, 1982.

88) CSAH, Opinion of the scientific committee on food on the tolerable upper intake level of zinc, European commission, 2003.

Eléments toxiques

Aluminium

L'aluminium (Al) constitue l'un des éléments les plus importants de la croûte terrestre, dont il représente 8,8% du total (troisième élément rencontré par ordre d'importance dans la nature). Il s'agit d'un métal ubiquitaire retrouvé dans les sols, les argiles, dans les minéraux, les roches et même l'eau.

Evaluation et caractérisation du danger

L'ensemble des connaissances et notamment des résultats des études les plus récentes a conduit l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) dans le cadre de son programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS) à publier les conclusions suivantes (WHO, 1996⁸⁹) : " Il n'y a pas de preuve que l'aluminium soit à l'origine de la maladie d'Alzheimer. L'aluminium n'induit pas de pathologie de type maladie d'Alzheimer *in vivo* dans aucune espèce y compris l'espèce humaine. L'hypothèse que l'exposition à des teneurs élevées d'aluminium par le biais de l'eau de boisson de personnes âgées puisse accélérer ou aggraver la maladie d'Alzheimer n'est confirmée par aucune donnée scientifique ". Le JECFA en 1989⁹⁰ et le CSAH en 1990⁹¹ ont fixé une Dose Hebdomadaire Tolérable Provisoire de 7 mg/kg de poids corporel pour l'apport total incluant l'utilisation des sels d'aluminium comme additifs alimentaires.

Evaluation et caractérisation du risque

Niveaux d'aluminium retrouvés dans les aliments analysés « tels que consommés »

Le *tableau 14* montre que 848/998 échantillons (soit 85%) présentent des niveaux moyens en aluminium supérieurs à la limite de détection de 109 µg/kg de poids frais. L'aluminium est retrouvé à un niveau supérieur à 3 mg/kg pour les seuls groupes d'aliments suivants: le pain, les biscottes, les céréales petit déjeuner, les biscuits, les légumes, les fruits secs et graines oléagineuses, les glaces, le chocolat, les entrées et les mollusques et crustacés.

Estimation du niveau d'exposition à l'aluminium de la population française

Les *tableaux 17 et 18* montrent que l'apport moyen journalier estimé pour la population française est de 1,6 mg chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 1,3 mg pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition au 97,5^{ème} percentile est de 0,4 mg/kg p.c./s soit un équivalent DHTP de 6% (JECFA-CSAH) chez les adultes et de 0,7 mg/kg p.c./s soit un équivalent DHTP de 10% (JECFA-CSAH) chez les enfants (*tableau 20*). Comparés aux données existantes au niveau français, les résultats sont du même ordre de grandeur (Noël et al.⁷²) ou plus faibles d'un facteur 1,75 (InVS-AFSSA-AFSSAPS⁹²) ou 2,5 (Biego et al.⁶⁶). Le groupe des légumes et du pain, biscotte sont les vecteurs contribuant le plus à l'exposition des populations à hauteur de 15-20%. Les autres vecteurs contribuent à des niveaux inférieurs à 10% de l'exposition alimentaire totale. La proportion d'individus dont l'apport théorique dépasse la dose hebdomadaire tolérable de 7 mg/kg p.c./s est estimée à 0% pour les adultes de 15 ans et plus ainsi que les enfants de 3 à 14 ans.

89) IPCS-WHO Monographie n°194, Environmental health criteria 1997.

90) Joint Expert Committee mixt FAO/OMS food additives and contaminants : Evaluation de certains additifs alimentaires et contaminants. Trente-troisième rapport du comité mixte FAO/OMS d'experts. Genève, Organisation Mondiale de la santé, 1989, Série de rapports techniques N° 776.

91) Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine, Rapport 25ème séries, First of food additives of various technological functions : 18-5-199092) InVS-AFSSA-AFSSAPS :Evaluation des risques sanitaires liés à l'exposition de la population française à l'aluminium, Novembre 2003.

92) InVS-AFSSA-AFSSAPS :Evaluation des risques sanitaires liés à l'exposition de la population française à l'aluminium, Novembre 2003.

Antimoine

L'antimoine (Sb) est un composé toxique relativement peu abondant dans la croûte terrestre (0,2 ppm). La principale utilisation industrielle de ce composé est la fabrication de batteries (alliage plomb-antimoine). L'antimoine est aussi l'un des principaux constituants des alliages de plomb et d'étain. L'antimoine trioxyde qui est l'espèce la plus toxique est majoritairement utilisé comme ignifugeant pour les formulations de plastiques, de caoutchoucs, de textiles, de papiers et de peintures. Il est aussi utilisé comme additif dans l'industrie du verre et de la céramique et comme catalyseur dans l'industrie chimique.

Evaluation et caractérisation du danger

L'antimoine trioxyde est classé dans la catégorie 2B « cancérogènes possibles pour l'homme » par l'Agence internationale de recherche sur le cancer (IARC, 1989⁹³). La toxicité de l'antimoine et de ses composés varie avec l'état chimique de l'élément. Sous sa forme métallique, l'antimoine est relativement inerte alors que la stibine s'avère d'une grande toxicité pour l'être humain. D'autres composés sont de graves irritants et sont à l'origine de plusieurs cas de dermatite. Il n'existe pas à ce jour de valeur toxicologique de référence établie au niveau national ou européen pour l'antimoine. L'OMS^{93a} en 2003 a établi une DJT de 60 µg/kg de poids corporel pour l'antimoine, soit 360 µg/jour pour un adulte de 60 kg.

Evaluation et caractérisation du risque

Niveaux d'antimoine retrouvés dans les aliments analysés « tels que consommés »

Le *tableau 14* montre que 170/998 échantillons (soit 17%) présentent des niveaux en antimoine supérieurs à la limite de détection de 0,6 µg/kg de poids frais. L'antimoine est retrouvé présent à un niveau moyen compris entre 1,7 et 2,4 µg/kg pour le groupe des viandes, de la charcuterie, des mollusques et crustacés, des légumes et des pommes de terre apparentées, des fruits et des fruits secs et graines oléagineuses. Les autres groupes présentent majoritairement des niveaux inférieurs à 0,6 µg/kg.

Estimation du niveau d'exposition à l'antimoine de la population française

Les *tableaux 17 et 18* montrent que l'apport moyen journalier estimé pour la population française est de 1,0 µg chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 0,8 µg pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition journalière au 97,5^{ème} percentile est de 2 µg chez les adultes et de 1,6 µg chez les enfants (*tableau 20*). Les résultats comparés aux données existantes au niveau français sont plus faibles d'un facteur 3 (Noël et al.⁷²). Ceci s'explique notamment par le fait que la LOQ estimée à 1,2 µg/kg dans cette étude est environ 2 fois plus petite que dans la précédente (2 µg/kg) alors que 83% des échantillons présentent des niveaux en antimoine inférieurs à la limite de détection. Le groupe des viandes, des légumes et des pommes de terre apparentées, des fruits et de l'eau de boisson sont les vecteurs contribuant le plus à l'exposition des populations à hauteur de 10-15%. Les autres vecteurs contribuent à des niveaux inférieurs à 10% de l'exposition alimentaire totale. La proportion d'individus dont l'apport théorique dépasse la DJT établie pour l'antimoine est estimée à 0% pour les adultes de 15 ans et plus ainsi que pour les enfants de 3 à 14 ans.

93) IARC, Monographs on evaluation of carcinogenic risks to humans. Vol47, p. 291, 1989.

93a) OMS, révision des recommandations pour la qualité de l'eau, 2003.

Arsenic

L'arsenic (As) est présent dans le sol et son origine est en général géogène et anthropogène. Les rejets atmosphériques des installations d'incinération ou des fonderies et l'activité industrielle sont les sources majeures de la contamination du sol⁹⁴. Dans les matrices alimentaires, les formes prédominantes de l'arsenic sont les espèces organiques (arsénobétaine, arsénocholine, acide monométhylarsonique, acide diméthylarsinique, arsénosucres...) qui sont les espèces les moins toxiques.

Evaluation et caractérisation du danger

L'arsenic est classé dans la catégorie 1 « cancérogènes pour l'homme » par l'Agence internationale de recherche sur le cancer (IARC, 1987⁹⁵). Les composés d'arsenic inorganique sont beaucoup plus toxiques pour les humains que les formes organiques. L'OMS a établi en 1967 une dose journalière maximum acceptable de 50 µg/kg p.c. pour l'arsenic total (formes organique et inorganique) et en 1989⁹⁶ une Dose Hebdomadaire Tolérable Provisoire (DHTP) de 15 µg/kg de poids corporel pour l'arsenic inorganique, soit 130 µg/jour pour un adulte de 60 kg.

Evaluation et caractérisation du risque

Niveaux d'arsenic retrouvés dans les aliments analysés « tels que consommés »

Le *tableau 14* montre que 469/998 échantillons (soit 47%) présentent des niveaux en arsenic supérieurs à la limite de détection de 5 µg/kg de poids frais. L'arsenic est retrouvé présent à un niveau moyen de 2 mg/kg dans le groupe des poissons et les mollusques et crustacés, les autres groupes présentent majoritairement des niveaux inférieurs à 50 µg/kg. La littérature scientifique reporte que 0,4-5,3% de l'arsenic présent dans les produits de la mer se trouve sous forme d'arsenic inorganique⁹⁷.

Estimation du niveau d'exposition à l'arsenic de la population française

Les *tableaux 17 et 18* montrent que l'apport moyen journalier estimé pour la population française est de 62 µg chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 43 µg pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition au 97,5^{ème} percentile est de 31 µg/kg p.c./s soit un équivalent DHTP arsenic inorganique⁹⁸ de 3,1% chez les adultes et de 42 µg/kg p.c./s soit un équivalent DHTP arsenic inorganique⁹⁸ de 4,2% chez les enfants (*tableau 20*). Comparés aux données existantes au niveau français, les résultats sont plus faibles de 1,8 à 2,4 fois (Noël et *al.*⁷², Leblanc et *al.*⁹⁹ et SCOOP 3.2.11¹⁰²). Le groupe des poissons, des mollusques et crustacés et des fruits sont les vecteurs contribuant le plus à l'exposition des populations à hauteur respectivement de 49-50%, de 8-13% et de 15-17%. Les autres vecteurs contribuent à des niveaux inférieurs à 5% de l'exposition alimentaire totale. La proportion d'individus dont l'apport théorique dépasse la DHTP établie pour l'arsenic inorganique est estimée à 0% pour les adultes de 15 ans et plus ainsi que pour les enfants de 3 à 14 ans.

94) INERIS, Rapport toxicologique et environnemental sur l'arsenic, juillet 2000.

95) IARC, Monographs on evaluation of carcinogenic risks to humans. Suppl. 7 p. 100, 1987.

96) OMS, Evaluation toxicologique de certains additifs alimentaires et contaminants. Trente-troisième rapport du comité mixte FAO/OMS d'experts. Genève, Organisation Mondiale de la santé, 1989, Série de rapports techniques N° 776.

97) Schoof, R. A., Yost, L. J., Eickhoff, J., Crecelius, E. A., Cragin, D. W., Meacher, D. M., and Menzel, D. B., 1999, A market basket survey of inorganic arsenic food. *Food and Chemical Toxicology*, 37, 839-846.

98) Pour permettre une comparaison de l'exposition par rapport à la DHTP basée sur la toxicité de l'arsenic inorganique, il est estimé que 10% de l'arsenic retrouvé dans les aliments se trouve sous forme d'arsenic inorganique.

99) Leblanc J-Ch., L., Malmauret, T., Guérin, F., Bordet, B., Boursier, Ph., Verger, Estimation of the dietary intakes of pesticides residues, lead, cadmium, arsenic and radionuclides in France, *Food Additives and Contaminants*, Vol. 17, pp. 925-932 (2000).

Cadmium

Le cadmium (Cd) est un contaminant qui se retrouve dans les différents compartiments de l'environnement en général et du sol en particulier par le fait de l'érosion, des activités industrielles humaines et des pratiques agricoles (engrais phosphatés, épandage de boues d'épuration) contribuant largement à l'enrichissement du sol en cadmium et donc à la contamination des terres agricoles (2 à 6g/Ha). Le véritable problème réside dans le fait qu'une partie du cadmium est extraite facilement du sol permettant ainsi un transfert facile du cadmium du sol au végétal. L'assimilation du cadmium par les racines des végétaux est réalisée sans effet de seuil se traduisant par une accumulation à long terme du toxique, lequel entre dans la chaîne alimentaire.

Evaluation et caractérisation du danger

Le cadmium est classé dans la catégorie 1 « cancérogènes pour l'homme » par l'Agence internationale de recherche sur le cancer (IARC, 1993¹⁰⁰). Le cadmium est un toxique cumulatif dont la demi-vie biologique a été estimée à 20-30 ans chez l'homme. Les principaux effets toxiques sont, chez l'animal comme chez l'homme, des atteintes de la fonction rénale qui se caractérisent par une dégénérescence des tubules proximaux et une protéinurie. Le JECFA en 2003¹⁰¹ a confirmé la Dose Hebdomadaire Tolérable Provisoire de 7 µg/kg de poids corporel.

Evaluation et caractérisation du risque

Niveaux de cadmium retrouvés dans les aliments analysés « tels que consommés »

Le *tableau 14* montre que 309/998 échantillons (soit 31%) présentent des niveaux en cadmium supérieurs à la limite de détection de 0,7 µg/kg de poids frais. Le cadmium est retrouvé présent à un niveau moyen compris entre 0,05 et 0,1 mg/kg pour le groupe des abats et des mollusques et crustacés, les autres groupes présentent majoritairement des niveaux inférieurs à 0,02 mg/kg.

Estimation du niveau d'exposition au cadmium de la population française

Les *tableaux 17 et 18* montrent que l'apport moyen journalier estimé pour la population française est de 2,7 µg chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 2,0 µg pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition au 97,5^{ème} percentile est de 0,7 µg/kg p.c./s soit un équivalent DHTP de 10% chez les adultes et de 1,2 µg/kg p.c./s soit un équivalent DHTP de 17% chez les enfants (*tableau 20*). Comparés aux données existantes au niveau français, les résultats sont en moyenne comparables (Noël et *al.*⁷²) ou plus faibles d'un facteur 4 à 10 (SCOOP 3.2.11¹⁰², Leblanc et *al.*⁹⁹, Decloitre¹⁰³ et Biego et *al.*⁶⁶). Le groupe des légumes et des pommes de terre apparentées sont les vecteurs contribuant le plus à l'exposition des populations à hauteur respectivement de 21-23% et 21-27%. Les autres vecteurs contribuent à des niveaux inférieurs à 5% de l'exposition alimentaire totale. La proportion d'individus dont l'apport théorique dépasse la DHTP établie pour le cadmium est estimée à 0% pour les adultes de 15 ans et plus ainsi que pour les enfants de 3 à 14 ans.

100) IARC, Monographs on evaluation of carcinogenic risks to humans. World health organization, Lyon Vol. 58, p.119, 1993.

101) Joint Expert Committee mixt FAO/OMS food additives and contaminants : Evaluation de certains additifs alimentaires et contaminants. Soixante et unième rapport du comité mixte FAO/OMS d'experts. Rome, OMS, juin 2003

102) SCOOP reports on Tasks 3.2.11. Assessment of dietary intake of arsenic, cadmium, lead and mercury by the population of EU members states, 2004 à paraître

103) Decloitre , La part des différents aliments dans l'exposition au plomb, au cadmium et au mercure en france, Cah. Nutr. Diet., 33, 3, 1998.

Mercure

Le mercure (Hg) est un composé chimique extrait à partir d'un minerai, appelé cinabre. Il est utilisé dans diverses activités industrielles (batteries, équipement électrique et de mesure, industrie chimique, peintures et amalgames dentaires). Les principales sources d'exposition environnementale sont le dégazage de l'écorce terrestre et l'activité volcanique. Les rejets anthropogéniques sont pour l'essentiel dus à l'exploitation des minerais (mines de plomb et de zinc), à la combustion des produits fossiles (charbon, fioul), aux rejets industriels (industrie du chlore et de la soude...) et à l'incinération des déchets¹⁰⁴. Dans les matrices alimentaires, les espèces organiques du mercure, notamment le méthylmercure (MeHg) sont plus toxiques que les espèces inorganiques. Le mercure alimentaire et en particulier sa forme méthylée, le méthylmercure sont pour l'essentiel apportés par la consommation des produits de la pêche qui représentent la source majeure d'exposition alimentaire.

Evaluation et caractérisation du danger

Le mercure est un élément ubiquitaire dont la toxicité pour l'homme est connue depuis l'antiquité. Les données épidémiologiques actuelles suggèrent fortement que le méthylmercure est une substance neurotoxique responsable de retard du développement psychomoteur chez l'enfant. Le JECFA dans le souci d'apporter une précaution supplémentaire vis-à-vis de l'impact potentiel du méthylmercure sur le développement neurologique du fœtus, a réévalué en 2003¹⁰⁵ la Dose Hebdomadaire Tolérable Provisoire, l'abaissant à 1,6 µg/kg de poids corporel. La DHTP du mercure total qui n'a pas été réexaminé, est toujours de 5 µg/kg de poids corporel¹⁰⁶.

Evaluation et caractérisation du risque

Niveaux de mercure retrouvés dans les aliments analysés « tels que consommés »

Le *tableau 14* montre que 379/998 échantillons (soit 38%) présentent des niveaux en mercure supérieurs à la limite de détection de 6 µg/kg de poids frais. Le mercure est retrouvé présent à un niveau moyen de 62 µg/kg pour le groupe des poissons et de 42 µg/kg pour le groupe chocolat. Les autres groupes présentent des niveaux inférieurs à 17 µg/kg.

Estimation du niveau d'exposition au mercure de la population française

Les *tableaux 17 et 18* montrent que l'apport moyen journalier estimé pour la population française est de 9,7 µg chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 7,9 µg pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition au 97,5^{ème} percentile est de 1,8 µg/kg p.c./s pour le mercure et pourrait être estimée à 0,7 µg/kg p.c./s pour le méthylmercure¹⁰⁷ soit un équivalent DHTP de 44% chez les adultes consommateurs de produits de la pêche et de 4,1 µg/kg p.c./s pour le mercure et pourrait être estimée à 1,0 µg/kg p.c./s pour le méthylmercure¹⁰⁷ soit un équivalent DHTP de 63% chez les enfants consommateurs de produits de la pêche (*tableau 20*). Comparés aux données existantes au niveau français, les résultats sont en moyenne comparables (Noël et al.⁷², SCOOP 3.2.11¹⁰²) ou légèrement inférieurs d'un facteur 1,5 (Decloitre¹⁰³). La proportion d'individus dont l'apport théorique dépasse la DHTP établie pour le méthylmercure pourrait être estimée à 0% pour les adultes de 15 ans et plus et à 1% pour les enfants de 3 à 14 ans.

104) INERIS, Rapport toxicologique et environnemental sur le mercure et les dérivés du mercure, juillet 2000.

105) Joint Expert Committee mixt FAO/OMS food additives and contaminants : Evaluation de certains additifs alimentaires et contaminants. Soixante et unième rapport du comité mixte FAO/OMS d'experts. Rome, OMS, juin 2003.

106) Joint Expert Committee mixt FAO/OMS food additives and contaminants : 53ème rapport du comité mixte FAO/OMS d'experts, juin 1999

107) Pour permettre une comparaison de l'exposition par rapport à la DHTP basée sur la toxicité du méthylmercure, il est estimé que 100% du mercure retrouvé dans les poissons, les mollusques et crustacés se trouve sous forme de méthylmercure.

Plomb

Le plomb (Pb) est un polluant environnemental retrouvé, surtout dans les sols et l'atmosphère au voisinage de sites industriels (fonderies, usines de fabrication et de recyclage de matériaux plombés...), dans les zones de fort trafic automobile et dans la fabrication des soudures de boîtes de conserve ainsi que des procédés de vinification et de bouchage du vin. Suite à la mise en vigueur de la réglementation sur l'essence sans plomb et à l'amélioration des bonnes pratiques de production et de transformation des produits alimentaires, le niveau d'exposition a diminué. En revanche, du fait de son caractère ubiquitaire et rémanent, le plomb est retrouvé dans beaucoup de produits alimentaires, dans les poussières et dans l'eau.

Evaluation et caractérisation du danger

Le plomb est un poison métabolique cumulatif qui a pour cible le système hématopoïétique, le système nerveux, les reins et le système reproducteur mâle. Plusieurs études rapportent que l'effet toxique majeur du plomb au cours du développement du fœtus entraînerait un déficit neurocomportemental durable durant l'enfance. Le JECFA en 2000¹⁰⁸ a confirmé la Dose Hebdomadaire Tolérable Provisoire de 25 µg/kg de poids corporel.

Evaluation et caractérisation du risque

Niveaux de plomb retrouvés dans les aliments analysés « tels que consommés »

Le *tableau 14* montre que 749/998 échantillons (soit 75%) présentent des niveaux en plomb supérieurs à la limite de détection de 5 µg/kg de poids frais. Le plomb est retrouvé présent à un niveau moyen compris entre 0,05 et 0,1 mg/kg pour le groupe des abats et des mollusques et crustacés, les autres groupes présentent majoritairement des niveaux inférieurs à 0,04 mg/kg.

Estimation du niveau d'exposition au plomb de la population française

Les *tableaux 17 et 18* montrent que l'apport moyen journalier estimé pour la population française est de 18 µg chez les adultes « normoévaluants » de 15 ans et plus et de 13 µg pour les enfants de 3 à 14 ans. L'exposition au 97,5^{ème} percentile est de 3,6 µg/kg p.c./s soit un équivalent DHTP de 14% chez les adultes et de 6,4 µg/kg p.c./s soit un équivalent DHTP de 26% chez les enfants (*tableau 20*). Les résultats sont, comparés aux données existantes au niveau français plus faibles d'un facteur 3 en moyenne (Noël et al.⁷², SCOOP 3.2.11¹⁰², Leblanc et al.⁹⁹ et Decloitre¹⁰³). A méthodologie analytique équivalente, cette différence d'estimation de l'exposition s'explique en grande partie par l'estimation, au cours de cette étude d'une LOQ 2,5 fois plus faible que dans la précédente (Noël et al.⁷²). Les groupes d'aliments suivants sont les vecteurs contribuant le plus à l'exposition des populations à hauteur de 5-11% ; le pain et biscottes, les soupes, les légumes, les fruits, l'eau de boisson, les boissons non alcoolisées, les boissons alcoolisées et les sucres et dérivés. Les autres vecteurs contribuent à des niveaux inférieurs à 5% de l'exposition alimentaire totale. La proportion d'individus dont l'apport théorique dépasse la DHTP établie pour le plomb est estimée à 0% pour les adultes de 15 ans et plus ainsi que pour les enfants de 3 à 14 ans.

108) Joint Expert Committee mixt FAO/OMS food additives and contaminants, Cinquante cinquième rapport du comité mixte FAO/OMS d'experts. Genève, OMS, rapport technique séries 901, 2000.

Tableau 14 : Concentration moyenne en minéraux, oligoéléments et éléments toxiques des aliments « tels que consommés »

Groupe aliment	% Nb. diète Ech	Concentration moyenne (mg/kg poids frais)																			
		Minéraux et oligoéléments										Eléments toxiques									
		Li	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Se	Mo	Na	Mg	Ca	Al	As	Cd	Pb	Hg	Sb		
Pain, biscottes	98,6	12	0,027	0,16	7,75	0,006	0,07	1,62	9,21	0,016	0,255	6820	341	627	4,06	0,004	0,0048	0,026	0,013	0,0003	
Céréales pdj.	93,0	10	0,009	0,13	10,9	0,008	0,55	2,45	11,9	0,025	0,374	3248	484	1815	3,00	0,004	0,0017	0,015	0,010	0,0003	
Pâtes	99,2	2	0,002	0,04	2,54	0,025	0,02	1,08	3,77	0,011	0,034	2544	122	204	0,39	0,003	0,0022	0,012	0,003	0,0003	
Riz et semoule	100	6	0,004	0,06	4,41	0,010	0,02	1,15	4,71	0,011	0,110	3364	226	216	0,42	0,016	0,0032	0,005	0,005	0,0003	
Autres céréales	88,4	4	0,020	0,01	19,6	0,001	0,47	3,74	25,7	0,014	0,689	690	896	514	0,84	0,004	0,0075	0,018	0,013	0,0003	
Viennoiseries	99,7	12	0,037	0,16	4,39	0,014	0,11	1,36	7,28	0,017	0,172	4417	221	564	2,89	0,003	0,0004	0,028	0,016	0,0003	
Biscuits	81,6	14	0,005	0,14	3,51	0,018	0,28	1,82	5,94	0,011	0,113	2744	232	471	5,29	0,003	0,0012	0,019	0,009	0,0003	
Pâtisserie	75,4	12	0,012	0,07	1,99	0,001	0,06	0,71	3,98	0,011	0,085	1699	119	548	1,40	0,003	0,0004	0,008	0,004	0,0003	
Lait	99,6	16	0,006	0,02	0,09	0,001	0,07	0,12	5,06	0,015	0,039	449	141	1371	0,19	0,003	0,0004	0,003	0,003	0,0003	
Ultra-frais laitier	51,1	30	0,004	0,03	0,16	0,003	0,06	0,12	4,20	0,020	0,043	410	111	1184	0,33	0,003	0,0004	0,004	0,003	0,0003	
Fromages	61,6	16	0,010	0,14	0,25	0,018	0,26	0,97	30,7	0,060	0,075	5611	281	6741	0,44	0,003	0,0004	0,016	0,003	0,0003	
Œufs et dérivés	98,4	30	0,014	0,05	0,28	0,005	0,03	0,59	10,1	0,040	0,067	1237	108	711	0,10	0,008	0,0004	0,011	0,004	0,0003	
Beurre	51,5	2	0,002	0,07	0,03	0,018	0,02	0,07	0,58	0,011	0,031	120	60	145	0,08	0,051	0,0004	0,007	0,003	0,0003	
Huiles	12,9	2	0,002	0,04	0,06	0,017	0,02	0,05	0,19	0,011	0,011	60	45	19	0,05	0,045	0,0004	0,005	0,003	0,0003	
Margarine	10,5	2	0,002	0,06	0,04	0,018	0,02	0,06	0,40	0,011	0,022	1735	42	111	0,05	0,060	0,0004	0,004	0,003	0,0003	
Viandes	82,6	44	0,002	0,05	0,13	0,008	0,02	0,78	36,8	0,095	0,141	1292	286	153	0,21	0,009	0,0010	0,004	0,003	0,0017	
Volailles et gibiers	84,2	24	0,006	0,03	0,13	0,002	0,02	0,60	16,2	0,184	0,166	1266	305	169	0,26	0,022	0,0019	0,015	0,005	0,0005	
Abats	60,5	18	0,041	0,10	2,14	0,033	0,04	13,5	31,1	0,011	0,777	2459	151	92	0,52	0,003	0,0516	0,055	0,019	0,0003	
Charcuterie	60,7	32	0,007	0,17	0,57	0,010	0,04	1,61	23,7	0,118	0,096	6885	257	257	2,23	0,032	0,0063	0,014	0,004	0,0024	
Poissons	57,1	62	0,030	0,08	0,30	0,007	0,05	0,41	5,51	0,170	0,065	2117	262	346	0,51	2,237	0,0016	0,023	0,062	0,0003	
Crustacés et mollusques	66,3	18	0,123	0,09	2,68	0,046	0,23	7,05	65,9	0,011	0,129	5422	509	753	17,1	1,926	0,0827	0,098	0,017	0,0018	
Légumes (hors pdt)	86,1	198	0,014	0,05	1,83	0,006	0,08	0,89	2,46	0,017	0,165	811	165	448	3,22	0,012	0,0108	0,015	0,005	0,0018	
Pdt apparentés	98,6	26	0,002	0,05	1,43	0,001	0,07	0,94	2,80	0,011	0,418	800	208	156	0,59	0,017	0,0109	0,005	0,007	0,0021	
Légumes secs	95,4	16	0,016	0,08	4,20	0,008	0,33	2,06	6,99	0,060	0,727	1848	269	595	1,08	0,005	0,0012	0,012	0,016	0,0003	
Fruits	99,1	79	0,007	0,01	2,05	0,009	0,03	0,65	0,73	0,016	0,010	12	103	99	0,41	0,076	0,0018	0,010	0,003	0,0024	
Fruits secs et graines olé.	75,2	22	0,022	0,06	10,8	0,041	1,15	7,15	18,8	0,048	1,301	477	1146	1593	4,10	0,169	0,0187	0,022	0,005	0,0018	
Glaçes	85,7	2	0,002	0,10	1,44	0,003	0,37	1,28	3,68	0,011	0,466	517	287	859	3,91	0,061	0,0004	0,005	0,006	0,0003	
Chocolat	72,3	4	0,021	0,34	2,38	0,050	0,63	2,39	8,57	0,011	0,167	976	368	1361	3,69	0,007	0,0004	0,028	0,042	0,0003	
Sucres et dérivés	100	18	0,002	0,12	2,31	0,021	0,04	0,86	1,65	0,011	0,024	108	118	193	1,51	0,018	0,0004	0,036	0,008	0,0003	
Eaux	63,0	12	0,100	0,01	0,19	0,001	0,03	0,05	0,05	0,011	0,002	38	27	120	0,05	0,003	0,0004	0,003	0,003	0,0003	
BRSA	95,9	46	0,004	0,05	0,82	0,002	0,03	0,24	0,44	0,011	0,007	76	60	143	0,45	0,017	0,0004	0,008	0,004	0,0003	
Boissons alcoolisées	60,8	22	0,003	0,02	0,55	0,001	0,02	0,07	0,64	0,011	0,002	19	48	49	0,52	0,003	0,0004	0,015	0,003	0,0003	
Café	100	12	0,006	0,01	0,30	0,001	0,02	0,10	0,47	0,011	0,002	34	64	64	0,24	0,005	0,0004	0,004	0,003	0,0003	
Boissons chaudes	99,7	4	0,002	0,02	0,58	0,002	0,09	0,50	4,20	0,011	0,016	237	113	632	1,03	0,003	0,0004	0,004	0,003	0,0003	
Pizzas, quiches etc...	33,6	6	0,006	0,07	1,62	0,001	0,02	0,69	10,1	0,040	0,057	4118	171	1428	2,24	0,023	0,0004	0,004	0,003	0,0003	
Sandwiches, etc...	48,1	12	0,008	0,08	3,84	0,005	0,05	0,99	16,8	0,023	0,113	6020	285	701	1,38	0,003	0,0004	0,009	0,003	0,0003	
Soupes	97,9	38	0,038	0,05	0,97	0,006	0,14	0,70	2,39	0,038	0,194	1507	107	213	1,09	0,004	0,0004	0,019	0,003	0,0003	
Plats composés	82,9	73	0,018	0,09	1,20	0,008	0,06	0,69	10,1	0,019	0,061	3307	143	426	1,31	0,030	0,0007	0,012	0,011	0,0003	
Entrées	40,8	4	0,010	0,14	2,20	0,033	0,07	0,96	4,97	0,030	0,105	2618	162	294	4,93	0,013	0,0004	0,022	0,003	0,0003	
Entremets	77,3	14	0,012	0,08	0,72	0,010	0,20	0,77	4,53	0,014	0,115	497	156	1023	1,42	0,003	0,0004	0,010	0,008	0,0003	
Compote et fruits cuits	97,6	8	0,003	0,03	3,06	0,001	0,03	0,37	0,45	0,011	0,013	6	53	67	0,39	0,003	0,0004	0,017	0,005	0,0004	
Condiments et sauces	68,9	12	0,024	0,12	0,46	0,001	0,07	0,71	2,15	0,029	0,050	5086	191	387	1,13	0,003	0,0014	0,011	0,003	0,0004	
Substitut de repas	76,6	2	0,002	0,06	0,57	0,001	0,10	0,63	7,52	0,011	0,002	953	142	1330	1,41	0,003	0,0004	0,003	0,003	0,0003	

Tableau 15 : Estimation des apports journaliers en minéraux et oligoéléments chez les enfants de 3 à 14 ans (n=1018)

Groupe aliment	Li (µg)		Cr (µg)		Mn (mg)		Co (µg)		Ni (µg)		Cu (mg)		Zn (mg)		Se (µg)		Mo (µg)		Na (g)		Mg (mg)		Ca (mg)		
	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy
Pain, biscottes	1,31	3,85	6,24	19,4	0,35	1,02	0,22	0,69	2,49	7,84	0,08	0,23	0,48	1,40	1,86	5,75	15,3	44,6	0,41	1,19	14,5	44,2	28,3	82,5	
Céréales pdj	0,15	0,60	2,11	8,00	0,18	0,74	0,13	0,56	8,52	34,8	0,04	0,15	0,19	0,79	0,34	1,57	6,00	25,0	0,06	0,26	7,9	31,9	36,4	158	
Pâtes	0,06	0,15	1,38	3,75	0,09	0,25	0,90	2,45	0,87	2,38	0,04	0,11	0,14	0,38	0,40	1,10	1,23	3,35	0,09	0,25	4,5	12,2	7,5	20,4	
Riz et semoule	0,06	0,23	1,06	3,18	0,04	0,11	0,27	0,80	0,34	1,03	0,02	0,06	0,06	0,19	0,23	0,71	1,52	5,10	0,07	0,20	1,3	5,2	4,0	12,5	
Autres céréales	0,04	0,20	0,02	0,11	0,03	0,09	0,00	0,00	0,43	0,74	0,01	0,03	0,04	0,18	0,02	0,08	0,79	2,25	0,00	0,01	1,3	5,1	0,8	2,9	
Viennoiseries	0,84	2,92	3,33	12,2	0,11	0,40	0,35	1,41	2,51	10,4	0,03	0,12	0,18	0,66	0,61	2,27	3,86	13,4	0,11	0,38	5,6	19,1	12,1	41,6	
Biscuits	0,07	0,27	3,94	16,3	0,09	0,32	0,58	2,66	8,39	37,4	0,05	0,19	0,16	0,52	0,27	0,90	2,81	9,39	0,07	0,22	6,3	23,1	11,5	38,1	
Pâtisserie	0,30	1,43	1,40	6,57	0,05	0,22	0,02	0,07	1,15	5,53	0,02	0,07	0,08	0,40	0,25	1,04	1,99	9,29	0,05	0,28	2,7	12,4	12,4	58,9	
Lait	0,67	1,39	2,53	5,38	0,01	0,01	0,12	0,24	7,26	15,7	0,01	0,01	1,34	2,79	2,42	5,06	7,11	14,8	0,10	0,20	33	68,2	257	533	
Ultra-frais laitier	0,13	0,46	1,13	3,79	0,01	0,04	0,09	0,43	2,54	9,21	0,00	0,01	0,16	0,53	0,78	2,56	1,51	4,85	0,02	0,05	4,4	14,0	45,9	151	
Fromages	0,12	0,41	1,49	5,24	0,00	0,01	0,20	0,74	3,12	10,7	0,02	0,08	0,40	1,43	0,58	2,01	0,91	3,17	0,06	0,23	3,5	12,3	89,0	322	
Œufs et dérivés	0,16	0,53	0,77	2,41	0,00	0,01	0,05	0,19	0,43	1,54	0,01	0,02	0,11	0,36	0,39	1,69	0,75	2,49	0,02	0,05	1,2	3,8	8,1	25,9	
Beurre	0,01	0,03	0,35	1,33	0,00	0,00	0,08	0,31	0,08	0,29	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,20	0,15	0,56	0,00	0,00	0,3	1,1	0,7	2,6	
Huiles	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Viandes	0,12	0,32	2,43	5,91	0,01	0,03	0,20	0,75	0,91	2,17	0,03	0,07	1,73	4,24	2,88	8,28	6,58	16,0	0,06	0,16	11,6	28,5	5,8	14,7	
Volailles et gibiers	0,19	0,70	0,76	2,35	0,00	0,01	0,05	0,18	0,38	1,10	0,01	0,04	0,34	1,06	3,82	11,56	3,73	11,0	0,03	0,09	6,6	19,7	3,1	10,5	
Abats	0,04	0,34	0,09	0,86	0,00	0,01	0,04	0,14	0,03	0,30	0,02	0,02	0,03	0,24	0,01	0,09	0,85	1,68	0,00	0,01	1,0	1,0	0,1	0,7	
Charcuterie	0,09	0,32	2,48	8,04	0,01	0,02	0,14	0,46	0,52	1,74	0,02	0,07	0,36	1,10	1,94	5,66	1,24	4,86	0,09	0,29	4,4	12,2	3,8	12,6	
Poissons	0,40	1,38	0,94	3,09	0,01	0,03	0,06	0,29	0,73	2,57	0,01	0,02	0,07	0,23	2,09	7,62	1,19	4,36	0,05	0,16	3,5	11,5	3,5	13,3	
Crustacés et mollusques	0,13	0,91	0,10	0,79	0,00	0,02	0,06	0,43	0,33	2,49	0,01	0,03	0,04	0,13	0,01	0,11	0,16	1,16	0,01	0,05	0,5	3,0	0,9	6,5	
Légumes (hors pdt)	0,69	2,13	3,72	9,68	0,12	0,29	0,25	0,85	5,76	14,7	0,05	0,13	0,18	0,43	0,89	2,02	9,99	29,6	0,09	0,23	11,2	33,4	25,8	72,5	
Pdt apparentés	0,17	0,41	3,46	8,41	0,07	0,15	0,06	0,16	4,20	9,70	0,05	0,11	0,16	0,36	0,66	1,50	20,1	49,1	0,05	0,14	10,1	22,8	14,8	37,7	
Légumes secs	0,09	0,49	0,67	3,66	0,02	0,10	0,05	0,24	1,76	9,21	0,01	0,06	0,04	0,21	0,55	3,73	7,48	43,9	0,02	0,09	1,2	6,2	2,4	11,8	
Fruits	0,29	0,99	0,63	1,83	0,32	1,16	0,55	2,36	1,68	5,56	0,05	0,17	0,06	0,24	1,38	4,97	0,72	2,36	0,00	0,01	10,5	32,8	5,8	20,9	
Fruits secs et graines olé.	0,02	0,09	0,03	0,22	0,01	0,07	0,03	0,11	1,25	3,15	0,01	0,03	0,02	0,08	0,04	0,16	1,53	11,2	0,00	0,00	0,9	4,8	0,5	2,7	
Glaces	0,01	0,05	0,74	3,51	0,01	0,05	0,02	0,09	2,67	12,8	0,01	0,04	0,03	0,13	0,08	0,38	3,35	16,0	0,00	0,02	2,1	9,8	6,2	29,5	
Chocolat	0,09	0,39	1,50	6,56	0,01	0,05	0,22	0,97	2,73	11,7	0,01	0,05	0,04	0,16	0,05	0,20	0,72	3,27	0,00	0,02	1,6	7,0	5,9	26,7	
Sucres et dérivés	0,04	0,10	3,23	10,2	0,07	0,31	0,75	3,46	1,01	3,37	0,03	0,12	0,05	0,19	0,22	0,60	0,84	3,08	0,00	0,01	4,1	17,5	6,5	26,7	
Eaux	3,62	12,1	2,20	5,79	0,01	0,02	0,15	0,38	7,69	19,9	0,02	0,07	0,02	0,04	3,29	8,45	0,45	1,15	0,01	0,02	3,7	11,5	24,0	67,9	
BRSA	0,83	2,71	7,97	24,7	0,05	0,14	0,34	0,95	5,30	15,0	0,04	0,11	0,07	0,19	2,10	5,78	0,74	2,43	0,01	0,02	13,7	38,8	13,5	37,9	
Boissons alcoolisées	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Café	0,08	0,56	0,13	0,86	0,00	0,02	0,00	0,03	0,20	1,32	0,00	0,01	0,00	0,02	0,10	0,69	0,02	0,13	0,00	0,00	0,6	4,2	0,5	3,4	
Boissons chaudes	0,04	0,12	0,51	1,58	0,01	0,04	0,04	0,11	1,92	5,44	0,01	0,03	0,09	0,26	0,22	0,76	0,36	1,02	0,01	0,01	2,5	7,0	13,8	39,8	
Pizzas, quiches etc...	0,02	0,10	0,31	1,58	0,01	0,03	0,00	0,01	0,09	0,48	0,00	0,02	0,05	0,25	0,31	1,83	0,33	1,91	0,02	0,11	0,8	4,4	5,3	25,7	
Sandwiches, etc...	0,04	0,21	0,65	3,19	0,01	0,07	0,05	0,25	0,35	1,68	0,01	0,03	0,13	0,62	0,08	0,39	0,60	2,77	0,03	0,15	1,4	6,5	5,1	25,0	
Soupes	2,07	9,26	1,28	5,49	0,03	0,13	0,20	0,90	2,16	9,31	0,02	0,08	0,08	0,33	0,60	2,54	0,66	2,73	0,04	0,18	3,9	16,3	8,3	35,3	
Plats composés	1,12	3,51	5,42	16,3	0,09	0,27	0,54	1,83	4,78	17,2	0,04	0,14	0,55	1,89	1,09	3,76	4,40	15,0	0,21	0,61	9,3	26,9	27,5	98,1	
Entrées	0,02	0,16	0,29	2,06	0,00	0,03	0,07	0,47	0,14	0,86	0,00	0,01	0,01	0,06	0,06	0,39	0,21	1,49	0,01	0,04	0,3	2,6	0,6	3,6	
Entremets	0,31	1,20	2,51	11,1	0,02	0,11	0,39	1,87	7,26	33,7	0,03	0,12	0,14	0,52	0,33	1,26	3,19	12,0	0,01	0,06	5,2	21,4	30,1	110	
Compote et fruits cuits	0,02	0,10	0,21	1,00	0,01	0,04	0,01	0,02	0,20	0,91	0,00	0,02	0,00	0,02	0,12	0,50	0,13	0,63	0,00	0,00	0,3	1,4	0,6	3,3	
Condiments et sauces	0,05	0,22	0,35	1,49	0,00	0,01	0,00	0,01	0,20	0,94	0,00	0,01	0,01	0,04	0,08	0,33	0,16	0,73	0,01	0,06	0,4	1,7	1,0	4,4	
Total	14,5	28,1	68,4	110	1,88	3,51	7,26	12,8	92,4	157	0,81	1,36	7,63	12,0	31,2	49,4	114	196	1,81	3,15	197	307	729	1180	

Tableau 16 : Estimation des apports journaliers en minéraux et oligoéléments chez les adultes "normoévaluants" de 15 ans et plus (n=1474)

Groupe aliment	Li (µg)		Cr (µg)		Mn (mg)		Co (µg)		Ni (µg)		Cu (mg)		Zn (mg)		Se (µg)		Mo (µg)		Na (g)		Mg (mg)		Ca (mg)		
	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy
Pain, biscottes	2,69	6,31	12,9	33,7	0,72	1,72	0,47	1,20	5,18	14,1	0,16	0,38	0,98	2,28	3,56	8,94	30,7	72,2	0,83	1,95	30,4	73,6	54,5	127	
Céréales pdj	0,06	0,34	0,51	4,00	0,06	0,39	0,03	0,17	2,48	14,7	0,01	0,08	0,07	0,40	0,20	1,06	2,16	13,1	0,01	0,08	2,7	16,4	9,8	74,6	
Pâtes	0,05	0,15	1,34	3,75	0,09	0,25	0,88	2,45	0,85	2,38	0,04	0,11	0,13	0,38	0,39	1,10	1,20	3,35	0,09	0,25	4,4	12,2	7,3	20,4	
Riz et semoule	0,06	0,21	1,03	3,56	0,03	0,12	0,26	0,89	0,33	1,14	0,02	0,07	0,06	0,22	0,23	0,79	1,46	5,36	0,06	0,23	1,3	4,6	3,9	14,3	
Autres céréales	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,8	0,0	0,4	0,0	
Viennoiseries	0,59	2,84	2,04	10,9	0,08	0,38	0,20	1,09	1,34	7,20	0,02	0,10	0,13	0,60	0,42	1,97	2,83	13,3	0,08	0,39	3,8	16,9	8,5	40,3	
Biscuits	0,05	0,22	1,25	6,34	0,04	0,16	0,19	1,07	2,84	16,0	0,02	0,09	0,06	0,30	0,12	0,52	1,17	5,29	0,03	0,14	2,4	11,5	5,1	23,6	
Pâtisserie	0,34	1,38	1,53	5,94	0,06	0,22	0,02	0,08	1,22	4,88	0,02	0,07	0,09	0,35	0,31	1,16	2,22	8,85	0,04	0,22	3,0	11,9	13,8	54,9	
Lait	0,36	1,07	1,37	4,15	0,00	0,01	0,06	0,18	3,85	11,7	0,00	0,01	0,73	2,17	1,35	4,14	3,87	11,6	0,05	0,15	17,9	53,2	140	416	
Ultra-frais laitier	0,15	0,64	1,18	5,00	0,01	0,05	0,08	0,39	2,80	12,8	0,00	0,02	0,16	0,67	0,73	3,11	1,48	5,88	0,02	0,07	4,4	18,5	45,6	189	
Fromages	0,24	0,71	3,05	9,32	0,00	0,01	0,38	1,21	6,07	18,2	0,03	0,13	0,74	2,35	1,14	3,46	1,77	5,22	0,13	0,42	6,7	20,2	16,9	530	
Œufs et dérivés	0,26	0,84	1,23	3,98	0,00	0,02	0,07	0,26	0,70	2,31	0,01	0,03	0,18	0,56	0,60	2,38	1,22	3,83	0,03	0,08	1,9	6,1	13,1	41,2	
Beurre	0,01	0,04	0,54	2,01	0,00	0,00	0,13	0,48	0,12	0,43	0,00	0,00	0,00	0,02	0,08	0,30	0,23	0,84	0,00	0,00	0,4	1,6	1,1	3,9	
Huiles	0,00	0,00	0,05	0,16	0,00	0,00	0,01	0,05	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,05	0,00	0,00	0,04	0,13	0,07	0,20	
Viandes	0,12	0,30	2,60	6,44	0,01	0,03	0,25	0,93	1,00	2,49	0,04	0,09	1,97	4,80	4,23	11,9	7,74	19,4	0,07	0,17	14,0	34,4	7,1	19,2	
Volailles et gibiers	0,28	1,08	1,08	3,65	0,00	0,01	0,07	0,27	0,52	1,68	0,02	0,06	0,48	1,64	5,09	16,1	5,00	16,1	0,04	0,14	8,9	28,4	4,5	16,4	
Abats	0,08	0,67	0,19	1,52	0,00	0,04	0,08	0,52	0,08	0,61	0,03	0,10	0,06	0,47	0,02	0,18	1,61	16,2	0,00	0,04	0,3	2,6	0,2	1,1	
Charcuterie	0,12	0,42	3,04	9,66	0,01	0,03	0,18	0,64	0,65	2,09	0,02	0,09	0,45	1,38	2,43	6,97	1,64	6,83	0,11	0,37	5,6	16,0	4,6	14,8	
Poissons	0,49	1,93	1,04	3,75	0,01	0,03	0,10	0,52	0,77	2,96	0,01	0,02	0,08	0,33	2,73	11,5	1,13	4,45	0,04	0,16	4,2	16,2	4,9	25,1	
Crustacés et mollusques	0,29	2,11	0,23	1,55	0,01	0,03	0,12	1,01	0,76	4,43	0,02	0,07	0,11	0,31	0,03	0,19	0,33	2,70	0,02	0,09	1,2	6,8	2,2	12,8	
Légumes (hors pdt)	1,08	3,07	6,13	15,5	0,18	0,43	0,42	1,30	9,33	23,8	0,08	0,20	0,26	0,61	1,39	3,14	18,1	65,4	0,13	0,31	16,8	46,2	40,5	109	
Pdt apparentés	0,17	0,43	3,38	8,34	0,07	0,16	0,07	0,19	4,16	9,84	0,05	0,12	0,15	0,36	0,68	1,65	21,5	55,1	0,05	0,13	10,1	24,1	12,6	35,7	
Légumes secs	0,14	0,73	0,95	5,47	0,03	0,15	0,09	0,47	2,62	13,8	0,02	0,10	0,06	0,32	0,73	4,72	10,4	57,8	0,03	0,13	1,9	9,2	3,9	17,7	
Fruits	0,46	1,59	1,03	3,09	0,35	1,43	0,92	3,68	2,82	8,98	0,08	0,23	0,09	0,37	2,19	7,46	1,29	4,51	0,00	0,01	14,8	44,1	9,3	30,9	
Fruits secs et graines olé.	0,03	0,15	0,08	0,51	0,03	0,14	0,07	0,29	2,76	12,6	0,01	0,08	0,04	0,25	0,06	0,30	3,13	22,4	0,00	0,01	2,2	13,3	1,2	5,5	
Glaces	0,01	0,04	0,52	2,64	0,01	0,04	0,01	0,07	1,90	9,57	0,01	0,03	0,02	0,09	0,06	0,28	2,37	12,0	0,00	0,01	1,5	7,4	4,4	22,1	
Chocolat	0,05	0,30	0,80	4,60	0,01	0,03	0,13	0,76	1,57	8,54	0,01	0,04	0,02	0,13	0,03	0,16	0,44	2,51	0,00	0,01	1,0	5,6	3,6	19,7	
Sucres et dérivés	0,07	0,17	3,04	8,00	0,04	0,14	0,29	0,84	1,23	3,83	0,02	0,07	0,03	0,10	0,36	0,89	0,67	2,06	0,00	0,01	2,2	6,7	3,6	11,7	
Eaux	11,6	42,9	2,69	7,93	0,02	0,08	0,18	0,53	9,05	26,6	0,02	0,08	0,02	0,06	3,87	11,6	0,54	1,59	0,01	0,03	5,5	23,7	31,0	100	
BRSA	0,41	1,91	3,98	17,8	0,02	0,08	0,17	0,65	2,67	11,1	0,02	0,08	0,03	0,14	1,05	4,37	0,37	1,69	0,00	0,02	6,8	26,8	7,2	28,4	
Boissons alcoolisées	0,30	1,31	1,86	8,75	0,05	0,27	0,05	0,22	1,58	7,19	0,01	0,04	0,07	0,35	1,07	4,92	0,15	0,67	0,00	0,01	5,6	26,1	4,1	19,5	
Café	1,79	5,35	2,76	8,23	0,08	0,23	0,10	0,30	4,25	12,7	0,02	0,07	0,07	0,22	2,22	6,60	0,40	1,20	0,01	0,01	13,5	40,1	11,1	33,0	
Boissons chaudes	0,11	0,60	0,91	4,65	0,05	0,30	0,05	0,21	2,21	10,2	0,02	0,12	0,12	0,60	0,80	4,40	0,22	0,93	0,00	0,01	1,8	7,4	11,4	48,3	
Pizzas, quiches etc...	0,04	0,18	0,49	2,34	0,01	0,05	0,00	0,02	0,14	0,64	0,00	0,02	0,07	0,33	0,48	2,07	0,53	2,44	0,03	0,14	1,3	5,7	8,4	39,2	
Sandwiches, etc...	0,04	0,31	0,58	3,59	0,02	0,10	0,04	0,25	0,32	2,14	0,01	0,04	0,11	0,71	0,09	0,63	0,60	4,30	0,03	0,24	1,4	10,1	4,6	30,9	
Soupes	4,35	17,0	2,58	10,2	0,06	0,24	0,42	1,65	4,61	17,7	0,04	0,15	0,16	0,62	1,28	4,87	1,53	5,10	0,08	0,32	8,0	30,8	17,3	66,0	
Plats composés	1,30	4,40	5,87	20,3	0,09	0,30	0,53	1,93	5,16	18,7	0,05	0,16	0,66	2,63	1,22	4,65	4,75	17,3	0,21	0,69	10,0	32,1	27,6	99,9	
Entrées	0,04	0,30	0,59	4,13	0,01	0,06	0,13	0,94	0,27	1,72	0,00	0,03	0,02	0,12	0,11	0,68	0,43	2,99	0,01	0,07	0,7	4,4	1,2	7,2	
Entremets	0,21	0,98	1,67	8,84	0,01	0,08	0,26	1,49	4,76	24,6	0,02	0,09	0,09	0,41	0,21	0,94	2,14	9,78	0,01	0,05	3,4	15,5	19,4	91,0	
Compote et fruits cuits	0,02	0,11	0,22	1,32	0,01	0,04	0,01	0,03	0,20	1,14	0,00	0,02	0,00	0,02	0,11	0,63	0,13	0,75	0,00	0,00	0,3	1,6	0,6	3,8	
Condiments et sauces	0,07	0,31	0,44	1,95	0,00	0,01	0,00	0,01	0,25	1,22	0,00	0,01	0,01	0,04	0,11	0,47	0,18	0,80	0,02	0,08	0,5	2,5	1,2	5,5	
Total	28,5	59,8	76,9	117	2,31	4,26	7,53	12,5	93,7	149	0,98	1,55	8,66	13,5	41,8	64,4	138	235	2,30	3,87	224	331	721	1189	

Tableau 17 : Estimation des apports journaliers en éléments toxiques chez les enfants de 3 à 14 ans (n=1018)

Groupe aliment	Al (mg)		As (µg)		Cd (µg)		Pb (µg)		Hg (µg)		Sb (µg)							
	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95	Moy	P95						
Pain, biscottes	0,19	0,58	14,9	0,42	1,27	0,98	0,06	0,24	2,98	0,87	2,79	6,82	0,55	1,61	6,95	0,02	0,05	2,35
Céréales pdj	0,06	0,22	4,44	0,06	0,21	0,13	0,02	0,10	1,05	0,27	1,03	2,13	0,17	0,65	2,17	0,00	0,02	0,64
Pâtes	0,01	0,04	1,15	0,09	0,25	0,21	0,08	0,22	3,91	0,44	1,20	3,45	0,11	0,30	1,39	0,01	0,03	1,42
Riz et semoule	0,01	0,02	0,55	0,07	0,23	0,18	0,02	0,13	0,95	0,10	0,31	0,82	0,09	0,28	1,18	0,01	0,02	0,83
Autres céréales	0,00	0,01	0,16	0,01	0,03	0,01	0,01	0,04	0,53	0,03	0,11	0,21	0,02	0,07	0,24	0,00	0,00	0,06
Viennoiseries	0,07	0,28	5,70	0,07	0,23	0,15	0,01	0,03	0,43	0,72	2,52	5,66	0,40	1,43	5,08	0,01	0,03	0,94
Biscuits	0,12	0,45	9,41	0,06	0,20	0,14	0,04	0,17	1,73	0,39	1,46	3,07	0,21	0,74	2,63	0,01	0,02	0,94
Pâtisserie	0,04	0,15	2,79	0,06	0,24	0,13	0,01	0,03	0,39	0,16	0,66	1,23	0,09	0,37	1,11	0,01	0,03	0,87
Lait	0,01	0,03	1,08	0,55	1,13	1,28	0,08	0,16	3,74	0,55	1,14	4,30	0,65	1,35	8,28	0,07	0,14	8,44
Ultra-frais laitier	0,02	0,07	1,38	0,10	0,33	0,24	0,01	0,05	0,68	0,13	0,43	1,03	0,13	0,44	1,66	0,01	0,04	1,54
Fromages	0,00	0,01	0,34	0,03	0,11	0,07	0,00	0,02	0,22	0,18	0,64	1,40	0,04	0,13	0,48	0,00	0,01	0,49
Œufs et dérivés	0,00	0,00	0,08	0,09	0,36	0,20	0,00	0,01	0,20	0,11	0,37	0,89	0,04	0,12	0,46	0,00	0,01	0,43
Beurre	0,00	0,00	0,03	0,24	0,91	0,56	0,00	0,01	0,08	0,03	0,12	0,25	0,01	0,05	0,18	0,00	0,01	0,18
Huiles	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Viandes	0,01	0,03	0,82	0,32	0,92	0,74	0,03	0,10	1,60	0,15	0,37	1,17	0,12	0,30	1,57	0,08	0,22	10,8
Volailles et gibiers	0,01	0,02	0,44	0,46	1,46	1,08	0,07	0,28	3,65	0,57	2,11	4,49	0,14	0,47	1,83	0,01	0,03	1,38
Abats	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02	0,01	0,06	0,22	2,80	0,05	0,43	0,41	0,02	0,16	0,23	0,00	0,00	0,04
Charcuterie	0,03	0,11	2,05	0,61	1,73	1,43	0,08	0,31	3,82	0,22	0,67	1,70	0,06	0,19	0,78	0,04	0,17	5,34
Poissons	0,01	0,04	0,84	21,6	73,7	50,6	0,02	0,10	0,94	0,23	0,79	1,82	0,66	2,28	8,38	0,00	0,01	0,51
Crustacés et mollusques	0,02	0,19	1,91	3,34	23,7	7,81	0,07	0,48	3,66	0,12	0,83	0,96	0,02	0,19	0,31	0,00	0,02	0,29
Légumes (hors pdt)	0,23	1,27	17,9	0,51	1,38	1,19	0,43	2,11	21,2	0,76	2,20	6,00	0,45	1,06	5,73	0,08	0,27	10,4
Pdt apparentés	0,04	0,09	2,78	0,86	2,11	2,01	0,55	1,35	26,9	0,34	0,80	2,65	0,47	1,05	5,89	0,11	0,28	13,7
Légumes secs	0,01	0,05	0,62	0,03	0,15	0,06	0,02	0,16	1,16	0,15	0,99	1,21	0,12	0,57	1,53	0,00	0,01	0,25
Fruits	0,02	0,09	1,90	6,33	19,9	14,8	0,08	0,34	3,67	0,82	3,03	6,42	0,26	0,82	3,31	0,08	0,39	10,4
Fruits secs et graines olé.	0,00	0,01	0,22	0,22	1,19	0,51	0,01	0,03	0,68	0,02	0,11	0,16	0,01	0,03	0,10	0,00	0,01	0,31
Glaces	0,03	0,13	2,22	0,44	2,09	1,03	0,00	0,01	0,12	0,04	0,17	0,28	0,04	0,19	0,50	0,00	0,01	0,28
Chocolat	0,02	0,07	1,28	0,03	0,16	0,07	0,00	0,01	0,08	0,12	0,57	0,97	0,18	0,76	2,30	0,00	0,01	0,17
Sucres et dérivés	0,05	0,19	4,03	0,45	1,65	1,04	0,01	0,02	0,35	0,65	1,92	5,10	0,10	0,23	1,21	0,01	0,02	0,79
Eaux	0,02	0,04	1,29	0,75	1,92	1,75	0,10	0,27	5,12	0,75	1,92	5,86	0,90	2,30	11,4	0,09	0,23	11,6
BRSA	0,05	0,17	3,89	3,06	8,29	7,15	0,07	0,18	3,27	1,40	4,25	11,0	0,62	1,74	7,88	0,06	0,16	7,39
Boissons alcoolisées	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,08	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,04
Café	0,00	0,02	0,19	0,05	0,31	0,11	0,00	0,02	0,16	0,04	0,23	0,28	0,03	0,19	0,36	0,00	0,02	0,36
Boissons chaudes	0,02	0,07	1,57	0,05	0,17	0,11	0,01	0,02	0,34	0,07	0,26	0,58	0,06	0,21	0,74	0,01	0,02	0,76
Pizzas, quiches etc...	0,01	0,03	0,48	0,10	0,55	0,24	0,00	0,01	0,09	0,02	0,08	0,12	0,02	0,09	0,20	0,00	0,01	0,20
Sandwiches, etc...	0,01	0,04	0,71	0,02	0,07	0,04	0,00	0,01	0,10	0,05	0,26	0,43	0,02	0,09	0,23	0,00	0,01	0,24
Soupes	0,02	0,09	1,57	0,18	0,76	0,42	0,01	0,06	0,70	1,00	4,43	7,83	0,12	0,51	1,55	0,01	0,05	1,58
Plats composés	0,07	0,26	5,89	1,35	8,84	3,15	0,04	0,17	1,84	0,64	2,02	5,03	0,65	2,05	8,23	0,02	0,05	2,28
Entrées	0,01	0,06	0,79	0,03	0,07	0,06	0,00	0,01	0,03	0,04	0,14	0,35	0,01	0,04	0,08	0,00	0,00	0,08
Entremets	0,05	0,23	4,02	0,07	0,27	0,16	0,01	0,04	0,46	0,26	1,02	2,02	0,24	0,91	2,99	0,01	0,03	1,03
Compote et fruits cuits	0,00	0,02	0,22	0,03	0,11	0,06	0,00	0,02	0,18	0,21	1,37	1,64	0,06	0,30	0,73	0,00	0,02	0,49
Condiments et sauces	0,00	0,02	0,32	0,01	0,04	0,02	0,00	0,02	0,24	0,03	0,12	0,23	0,01	0,04	0,12	0,00	0,00	0,13
Total	1,26	2,53	42,7	42,7	103	103	2,04	4,24	20,8	12,8	20,8	7,90	12,4	7,90	12,4	0,78	1,35	1,35

Tableau 18 : Estimation des apports journaliers en éléments toxiques chez les adultes "normoévaluants" de 15 ans et plus (n=1474)

Groupe aliment	Al (mg)		As (µg)		Cd (µg)		Pb (µg)		Hg (µg)		Sb (µg)				
	Moy	P95	%	Moy	P95	%	Moy	P95	%	Moy	P95	%			
Pain, biscottes	0,40	1,02	24,56	0,80	1,99	1,28	0,16	0,59	5,78	1,13	2,67	11,7	0,04	0,08	3,61
Céréales pdj	0,02	0,12	0,99	0,01	0,11	0,02	0,02	0,07	0,64	0,06	0,37	0,57	0,00	0,01	0,27
Pâtes	0,01	0,04	0,87	0,09	0,25	0,14	0,08	0,22	2,85	0,43	1,20	2,33	0,11	0,30	1,11
Riz et semoule	0,01	0,02	0,41	0,08	0,26	0,12	0,02	0,09	0,64	0,10	0,36	0,55	0,09	0,32	0,94
Autres céréales	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,23	0,02	0,00	0,09	0,01	0,00	0,11
Viennoiseries	0,04	0,21	2,67	0,05	0,22	0,08	0,01	0,03	0,23	0,51	2,37	2,76	0,28	1,34	2,93
Biscuits	0,05	0,25	3,21	0,03	0,12	0,04	0,01	0,03	0,29	0,20	0,92	1,10	0,10	0,47	1,05
Pâtisserie	0,04	0,16	2,62	0,07	0,26	0,11	0,01	0,04	0,37	0,20	0,73	1,06	0,11	0,41	1,11
Lait	0,01	0,02	0,41	0,30	0,88	0,48	0,04	0,12	1,52	0,30	0,92	1,64	0,36	1,06	3,70
Ultra-frais laitier	0,01	0,05	0,69	0,10	0,40	0,16	0,01	0,06	0,49	0,14	0,60	0,78	0,12	0,48	1,24
Fromages	0,01	0,03	0,53	0,06	0,19	0,10	0,01	0,03	0,33	0,37	1,10	1,99	0,07	0,22	0,77
Œufs et dérivés	0,00	0,00	0,10	0,13	0,52	0,21	0,01	0,02	0,24	0,18	0,59	0,99	0,06	0,18	0,61
Beurre	0,00	0,00	0,04	0,37	1,37	0,60	0,00	0,01	0,09	0,05	0,18	0,27	0,02	0,08	0,23
Huiles	0,00	0,00	0,00	0,05	0,16	0,08	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,03
Vielles	0,01	0,03	0,67	0,45	1,29	0,73	0,04	0,12	1,63	0,18	0,45	0,97	0,15	0,37	1,56
Volailles et gibiers	0,01	0,03	0,49	0,58	1,90	0,94	0,11	0,43	4,01	0,84	3,27	4,55	0,21	0,71	2,16
Abats	0,00	0,01	0,07	0,00	0,04	0,01	0,11	0,93	4,04	0,12	1,12	0,64	0,04	0,33	0,39
Charcuterie	0,03	0,15	2,07	0,76	2,14	1,22	0,09	0,38	3,43	0,27	0,85	1,48	0,08	0,25	0,83
Poissons	0,01	0,03	0,55	30,6	110	49,2	0,03	0,13	0,95	0,28	0,96	1,49	0,89	3,84	9,19
Crustacés et mollusques	0,05	0,32	3,37	7,99	53,2	12,9	0,18	1,18	6,41	0,26	1,94	1,40	0,06	0,37	0,63
Légumes (hors pdt)	0,32	1,69	19,6	0,85	2,29	1,37	0,65	2,74	23,7	1,18	3,18	6,39	0,73	1,67	7,60
Pdt apparentés	0,03	0,08	2,00	0,85	2,21	1,37	0,58	1,42	21,2	0,35	0,85	1,91	0,45	1,05	4,62
Légumes secs	0,01	0,06	0,65	0,04	0,21	0,07	0,03	0,18	1,11	0,20	1,17	1,11	0,18	0,86	1,88
Fruits	0,04	0,15	2,63	10,40	33,7	16,7	0,10	0,39	3,81	1,36	4,77	7,36	0,43	1,31	4,45
Fruits secs et graines olé.	0,00	0,02	0,28	0,38	2,56	0,61	0,04	0,21	1,32	0,03	0,20	0,17	0,01	0,09	0,13
Glaces	0,02	0,10	1,23	0,31	1,57	0,50	0,00	0,01	0,07	0,03	0,13	0,14	0,03	0,14	0,29
Chocolat	0,01	0,05	0,56	0,01	0,08	0,02	0,00	0,01	0,03	0,06	0,32	0,32	0,10	0,58	1,04
Sucres et dérivés	0,04	0,15	2,72	0,33	1,02	0,53	0,01	0,03	0,42	1,39	3,67	7,56	0,13	0,33	1,33
Eaux	0,02	0,06	1,18	0,88	2,63	1,42	0,12	0,37	4,51	0,88	2,63	4,77	1,06	3,15	10,9
BRSA	0,02	0,08	1,17	1,50	6,13	2,42	0,03	0,14	1,22	0,65	2,85	3,52	0,31	1,31	3,25
Boissons alcoolisées	0,04	0,21	2,66	0,26	1,23	0,42	0,03	0,16	1,25	0,29	1,34	3,03	0,29	1,34	3,03
Café	0,05	0,16	3,24	0,99	2,95	1,60	0,07	0,21	2,58	0,75	2,55	4,09	0,60	1,80	6,26
Boissons chaudes	0,08	0,46	5,10	0,18	1,00	0,29	0,03	0,14	0,94	0,27	1,50	1,49	0,22	1,20	2,27
Pizzas, quiches etc...	0,01	0,04	0,59	0,17	0,86	0,28	0,00	0,01	0,11	0,02	0,11	0,13	0,03	0,12	0,26
Sandwiches, etc...	0,01	0,05	0,51	0,01	0,10	0,02	0,00	0,01	0,07	0,05	0,34	0,28	0,02	0,12	0,18
Soupes	0,04	0,18	2,59	0,37	1,47	0,60	0,03	0,11	1,09	2,10	8,17	11,4	0,25	0,98	2,63
Plats composés	0,08	0,30	5,12	1,93	15,3	3,11	0,05	0,23	1,72	0,73	2,52	3,94	0,63	1,95	6,49
Entrées	0,02	0,13	1,21	0,05	0,23	0,07	0,00	0,01	0,05	0,08	0,39	0,43	0,01	0,09	0,13
Entremets	0,03	0,18	2,06	0,05	0,21	0,07	0,01	0,03	0,23	0,17	0,86	0,93	0,16	0,75	1,64
Compote et fruits cuits	0,00	0,02	0,17	0,03	0,14	0,04	0,00	0,02	0,13	0,22	1,44	1,22	0,06	0,30	0,58
Condiments et sauces	0,00	0,02	0,27	0,01	0,05	0,02	0,01	0,03	0,20	0,04	0,16	0,22	0,01	0,05	0,13
Total	1,62	3,21		62,1	163		2,73	5,48		18,4	30,0		9,65	14,7	

Tableau 19 : Distribution des apports en minéraux et oligoéléments et quantification de la probabilité pour la population d'être en-dessous ou au-dessus des valeurs nutritionnelles et /ou des valeurs toxicologiques de référence

Eléments minéraux et oligoéléments	Valeur nutritionnelle de référence ANM ou BNM ^a	valeur toxicologique de référence LS ^b	Adultes "normoévaluants" (15 ans et plus, n=1474)					Enfants (3 à 14 ans, n=1018)				
			P2,5	P50	P97,5	%<ANM ^a	%>LS ^b	P2,5	P50	P97,5	%<ANM ^a	%>LS ^b
Calcium (mg/j)	200 - 300 (enfants) 400 (adultes)	2000 - 2500	300	696	1312	8,6	0,01	274	701	1324	4,3	0,01
	AFSSA, 2001; CSAH, 2003											
Chrome (µg/j)	Pas de recommandation	1000	43	74	126	-	0	34	65	124	-	0
	CSAH, 2003											
Cobalt (µg/j)	Pas de recommandation		3,5	7,1	14	-	-	3,0	6,8	15	-	-
	Pas de recommandation											
Cuivre (mg/j)	0,2 - 0,3 (enfants) 0,6 (adultes)	10 - >35	0,5	0,9	1,7	7,3	0	0,4	0,8	1,6	0,01	0
	CSAH, 1993; JECFA, 1982											
Lithium (µg/j)	Pas de recommandation		7,8	18	144	-	-	4,6	11	38	-	-
	Pas de recommandation											
Magnésium (mg/j)	34 - 110 (enfants) 150 (adultes)	750	130	215	359	7,2	0	105	191	334	1,3	0
	AFSSA, 2001; CSAH, 2001											
Manganèse (mg/j)	0,75	10	1,0	2,2	4,8	0,4	0	0,6	1,7	4,2	0,8	0,01
	AFSSA, 2001; CSAH, 2000											
Molybdène (µg/j)	17,5	200 - 400 (enfants) 600 (adultes)	65	128	270	0	0	48	106	216	0	0,5
	CSAH, 2000; AFSSA, 2001											
Nickel (µg/j)	Pas de recommandation	600	47	90	166	-	0	42	87	174	-	0
	AFSSA, 2001											
Sélénium (µg/j)	4 - 10 (enfants) 20 (adultes)	90 - 250 (enfants) 150-300 (adultes)	22	40	70	1,5	0	15	30	55	0,2	0
	CSHPF, 1996; CSAH, 2000											
Sodium (g/j)	0,57	3,15 - 3,5	1,1	2,2	4,3	0,07	8 - 13	0,8	1,7	3,8	0,3	3,5 - 5
	CSAH, 1993; AFSSA, 2002											
Zinc (mg/j)	1,6 - 3,6 (enfants) 4 - 5 (adultes)	10 - 30 (enfants) 25 - 60 (adultes)	4,6	8,3	15	2,6	0 - 2,0	3,6	7,3	14	0,9	0 - 2,1
	JECFA, 1982; CSHPF, 1996; CSAH, 2003											

^a Apport nutritionnel minimum ou besoin nutritionnel minimum

^b Limite de sécurité

Tableau 20: Distribution des apports en éléments toxiques et quantification de la probabilité de la population d'être en-dessous ou au-dessus des valeurs toxicologiques de référence

Éléments toxiques	Valeur toxicologique de référence ^c DHTP	Adultes "normoévaluants" (15 ans et plus, n=1474)				Enfants (3 à 14 ans, n=1018)			
		P2,5	P50	P97,5	% > DHTP ^c	P2,5	P50	P97,5	% > DHTP ^c
		Aluminium (mg/kg p.c./s)	7 JECFA, 1988	0,1	0,15	0,4	0	0,1	0,3
Antimoine (µg/l)	360 ^d OMS, 2003	0,5	0,9	2,0	0	0,3	0,7	1,6	0
Arsenic (µg/ kg p.c./s)	350 (15) ^b WHO, 1967 (JECFA, 1989) ^b	1,0 (0,1) ^b	4,3 (0,4) ^b	31 (3,1) ^b	0 (0) ^b	1,3 (0,1) ^b	7,6 (0,8) ^b	42 (4,2) ^b	0 (0) ^b
Cadmium (µg/ kg p.c./s)	7 JECFA, 2003	0,1	0,3	0,7	0	0,1	0,4	1,2	0
Plomb (µg/ kg p.c./s)	25 JECFA, 1999	1,0	1,9	3,6	0	1,1	2,9	6,4	0
Mercuré (µg/ kg p.c./s)	5 JECFA, 1988	0,5	1,0	1,8	0	0,7	1,9	4,1	0,5
Méthylmercure (µg/ kg p.c./s) ^a	1,6 JECFA, 2003	0,01	0,1	0,7	0	0,02	0,2	1,0	1

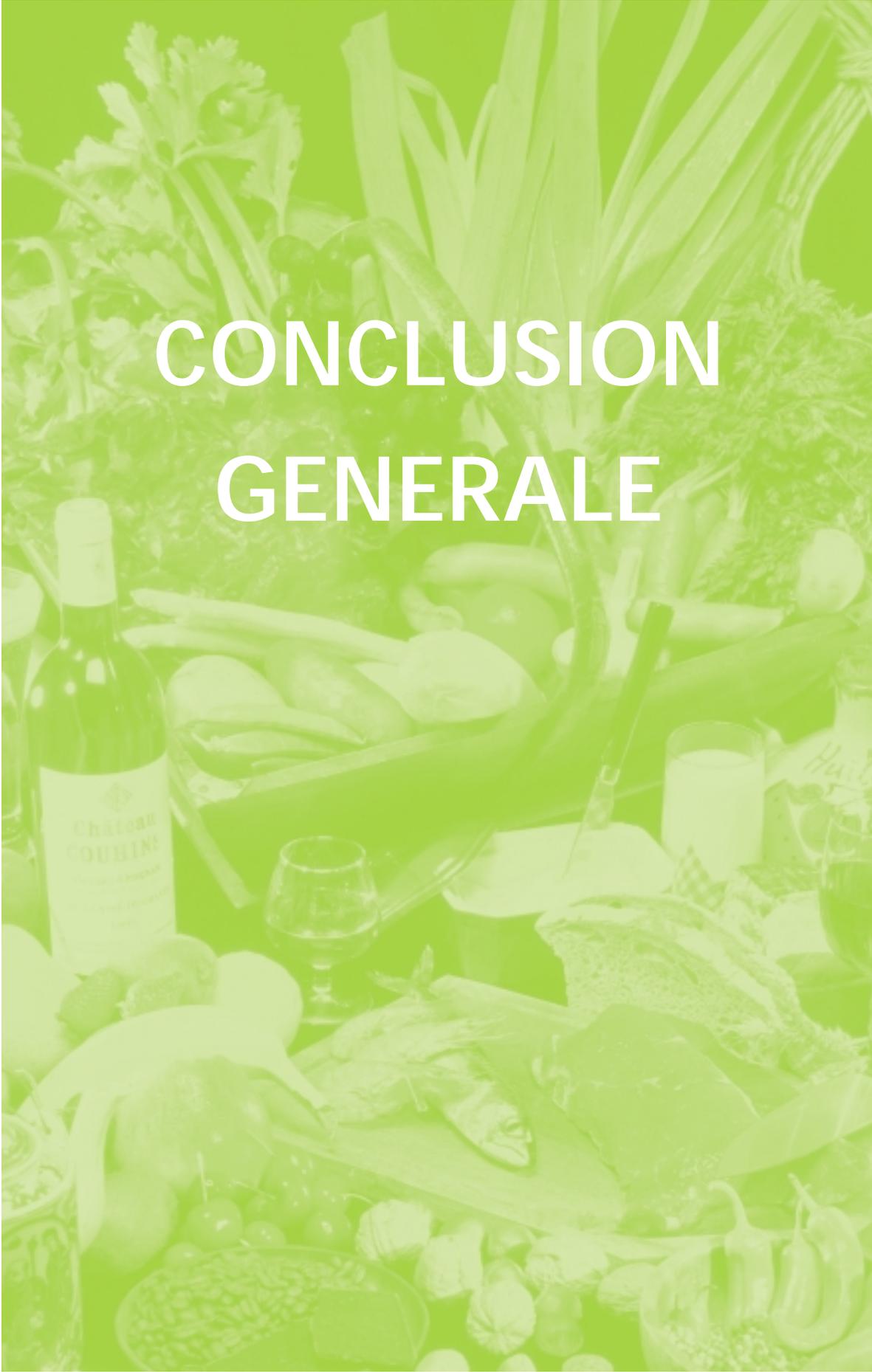
^a Les estimations des apports en méthylmercure ont été calculées pour les seuls consommateurs de produits de la pêche adultes et enfants

^b à partir des consommations de poissons, de mollusques et crustacés qui sont connus pour être les sources majeures d'exposition au méthylmercure .

^c La DHTP de 15 µg/kg p.c. a été établie par le JECFA en 1989 pour l'arsenic inorganique.

^d Dose hebdomadaire tolérable provisoire.

^e Dose journalière tolérable.



CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

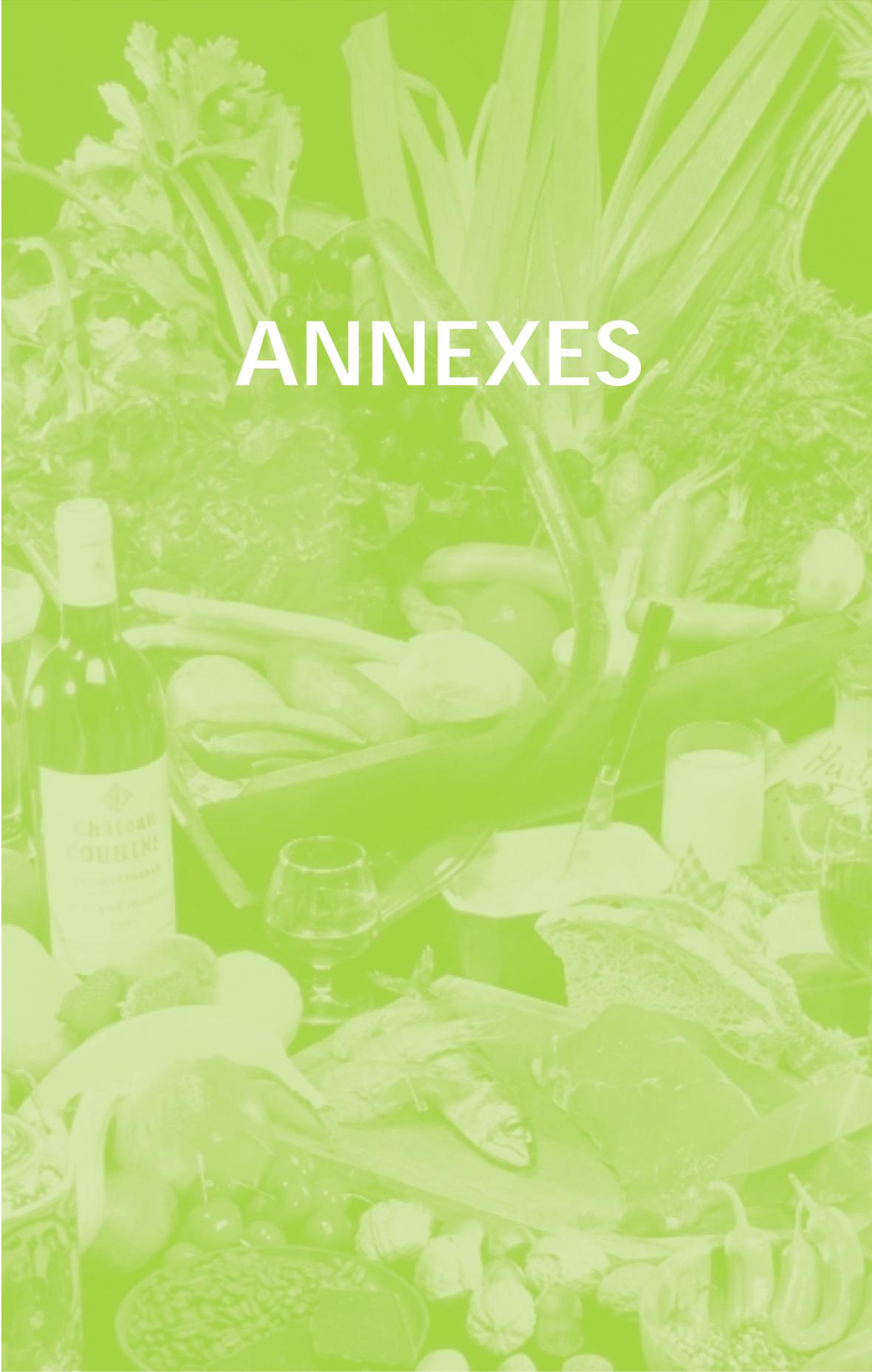
La mise en œuvre de ce type de méthode pour les responsables de la gestion des risques alimentaires présente trois avantages :

- Permettre une estimation plus réaliste des niveaux d'exposition moyens et des forts quantiles des populations, au travers de la prise en compte exhaustive de la diète alimentaire telle qu'elle est consommée.
- Être un bon outil pour :
 - identifier des groupes ou des tranches d'âges plus fortement exposés (enfants, végétaliens ...),
 - identifier les principaux groupes d'aliments contributeurs à l'exposition,
 - surveiller l'alimentation et identifier des tendances utiles pour guider et orienter les programmes de surveillance et de contrôle.
- Être utilisable pour des comparaisons internationales, car l'étude est construite sur une approche méthodologique semblable à ce qui est déjà réalisée par d'autres pays (Etats-unis, Australie, Nouvelle-Zélande, Chine, Canada, Angleterre, Irlande, Hollande, Espagne, République tchèque...).

Cette étude a permis de mettre en évidence que :

- Le niveau de contamination observé sur les produits « tels que consommés » est au regard de la réglementation en vigueur globalement satisfaisant.
- Concernant les mycotoxines : il semble nécessaire que soit portée une attention particulière à l'exposition de certains groupes de population comme les enfants et les végétaliens/macrobioles pour lesquels le risque d'être exposés à un niveau supérieur aux valeurs toxicologiques de référence vis-à-vis de certaines mycotoxines n'est pas nul.
- Concernant les minéraux, les oligoéléments et les éléments toxiques : l'étude montre que la probabilité pour les populations étudiées d'être exposées à des risques nutritionnels et/ou sanitaires est globalement faible. Cependant pour certains consommateurs le risque d'être exposé à un niveau inférieur au besoin nutritionnel minimum ou supérieur aux valeurs toxicologiques de référence n'est pas nul.

ANNEXES

A still life photograph of a table set with various food items, including a bottle of wine, bread, fish, and vegetables, overlaid with a semi-transparent green filter. The scene is a classic still life composition featuring a bottle of wine labeled 'Chateau COUBINE', a loaf of bread, a fish, and various vegetables like carrots, onions, and leafy greens. The entire image is covered with a uniform green tint.

Annexe 1 :

Estimation de la consommation alimentaire des groupes de population Végétarienne

Groupe d'aliment	Adultes végétariens (15 ans et plus) (n=138)					
	Ovolactovégétariens (n=74)		Lactovégétariens (n=38)		Végétaliens/Macrobiotiques (n=26)	
	Consommation (g/jour)		Consommation (g/jour)		Consommation (g/jour)	
	moyenne	p95	moyenne	p95	moyenne	p95
Aliments végétariens ^d	48,8	249,9	89,7	278,0	182,0	436,2
Autres céréales	2,2	9,7	5,8	34,7	6,5	37,5
Beurre	6,1	18,4	9,2	23,1	nc ^a	nc ^a
Biscuits	13,4	45,2	11,7	55,1	4,5	20,0
Boissons alcoolisées	61,8	268,3	17,7	40,4	34,7	177,5
Boissons chaudes	1,0	6,0	4,4	21,5	0,9	8,0
BRSA ^b	25,8	174,0	71,8	233,2	25,2	157,5
Café	92,8	389,6	35,7	241,9	45,0	187,3
Céréales petit déjeuner	11,3	44,8	12,6	53,4	33,9	81,9
Chocolat	6,7	26,1	2,7	18,1	3,6	23,3
Compote et fruits cuits	15,9	73,5	9,7	57,9	12,8	67,5
Entrées	5,3	44,2	nc ^a	nc ^a	1,9	c -
Entremets	20,4	75,0	22,0	75,8	29,3	125,0
Fromages	57,2	151,5	66,1	147,8	nc ^a	nc ^a
Fruits	109,8	330,0	100,8	249,0	112,5	487,5
Fruits secs et graines oléagineuses	32,4	101,4	21,7	83,6	43,3	174,0
Lait	72,8	286,1	164,4	574,9	nc ^a	nc ^a
Légumes (hors pommes de terre)	20,5	80,5	31,9	114,1	25,1	92,9
Légumes secs	28,7	95,7	39,4	125,2	85,8	194,3
Margarine	0,7	5,0	1,2	6,3	nc ^a	nc ^a
Œufs et dérivés	27,1	72,8	nc ^a	nc ^a	3,3	25,0
Pain, biscottes	90,9	218,7	67,5	214,7	64,2	227,5
Pâtes	21,1	76,1	34,4	103,8	42,8	142,0
Pâtisserie	38,3	140,4	26,1	100,6	9,3	32,8
Pizzas, pâtisseries salées et quiches	21,4	92,2	16,2	76,9	1,6	15,0
Plats composés	3,3	21,8	8,6	83,3	nc ^a	nc ^a
Riz et semoule	28,3	90,0	75,2	214,1	104,5	310,0
Ultra-frais laitier	54,9	211,1	59,0	221,7	nc ^a	nc ^a
Viennoiseries	8,5	38,2	9,3	46,3	2,0	10,0
Total	929	1602	1015	1416	874	1322

^a nc : non consommation correspond à une exclusion totale et volontaire du produit de la diète alimentaire.

^b Boissons Rafraichissantes Sans Alcool

^c Le tiret signifie qu'il y a moins de 5% de consommateurs pour le groupe d'aliment considéré et que la valeur au p95 est de 0.

^d Aliments de préparation spécifiques des végétariens, non présents dans la nomenclature INCA.

Annexe 2 :

Liste principale des 338 aliments sélectionnés dans l'étude

Code INCA groupe	Groupe produit	Code INCA produit	Produit	Type de produit
1	Pain, Biscottes	6	Blé tendre entier ou froment	N
1	Pain, Biscottes	7	Boulgour	N
1	Pain, Biscottes	8	Pains spéciaux végétarien	N
1	Pain, Biscottes	7001	Baguette de pain	N
1	Pain, Biscottes	7004	Pain grillé domestique	N
1	Pain, Biscottes	7100	Pain de campagne	N
1	Pain, Biscottes	7200	Pain de mie	N
1	Pain, Biscottes	7300	Biscotte sans spécification	N
2	Céréales pour petit déjeuner	9	Céréales spéciales végétarien cru	N
2	Céréales pour petit déjeuner	32000	Blé soufflé pour petit déjeuner	N
2	Céréales pour petit déjeuner	32001	Céréales chocolatées pour petit déjeuner	N
2	Céréales pour petit déjeuner	32003	Céréales sucrées pour petit déjeuner	N
2	Céréales pour petit déjeuner	32004	Muesli	N
2	Céréales pour petit déjeuner	32005	Pétales de maïs enrichi	N
3	Pâtes	10	Pâtes alimentaires froment végétarien cru	N
3	Pâtes	9811	Pâtes alimentaires cuites	N
4	Riz et semoule	11	Riz complet cru	N
4	Riz et semoule	9103	Riz complet cuit	N
4	Riz et semoule	9104	Riz blanc cuit	N
4	Riz et semoule	90005	Couscous (graine seule). semoule cuite	N
5	Autres céréales	9313	Flocon d'avoine	N
5	Autres céréales	9660	Germe de blé. pilpil	N
6	Viennoiseries	7110	Pain complet	N
6	Viennoiseries	7601	Croissant	N
6	Viennoiseries	7710	Pain au lait	N
6	Viennoiseries	7720	Pain aux raisins	N
6	Viennoiseries	7730	Pain au chocolat	N
6	Viennoiseries	7741	Brioche	N
6	Viennoiseries	90006	Croissant au beurre	N
7	Biscuits	23032	Brownie au chocolat et aux noix	N
7	Biscuits	23909	Cake	N
7	Biscuits	24000	Biscuit sec	N
7	Biscuits	24036	Biscuit chocolaté	N
7	Biscuits	24630	Madeleine	N
7	Biscuits	90022	Goûter chocolaté fourré type Prince. Crock Image	N
7	Biscuits	90026	Quatre-quarts	N
8	Pâtisserie	702	Crêpe sucrée fourrée ou non fourrée	N
8	Pâtisserie	23477	Chou à la crème. éclair. religieuse	N
8	Pâtisserie	23490	Tarte aux pommes. tartelette aux pommes	N
8	Pâtisserie	23499	Tarte aux fruits. tartelette aux fruits	N
8	Pâtisserie	23881	Beignet a la confiture	N
8	Pâtisserie	90031	Gâteau à la crème	N
9	Lait	19023	Lait entier UHT	N
9	Lait	19024	Lait entier pasteurise	N
9	Lait	19027	Lait entier concentre sucre	N
9	Lait	19041	Lait demi écrémé UHT	N

9	Lait	19042	Lait demi écrémé pasteurisé	N
9	Lait	19050	Lait écrémé UHT	N
9	Lait	19800	Lait fermente bifidus nature	N
9	Lait	90036	Lait aromatisé UHT	N
10	Ultra-frais laitier	583	Yaourt aux fruits et édulcorant maigre	N
10	Ultra-frais laitier	19510	Fromage blanc nature 20% MG	N
10	Ultra-frais laitier	19522	Fromage blanc 40% MG nature	N
10	Ultra-frais laitier	19565	Petit-suisse nature 40% MG	N
10	Ultra-frais laitier	19600	Yaourt nature	N
10	Ultra-frais laitier	19601	Yaourt nature au lait entier	N
10	Ultra-frais laitier	19606	Yaourt nature maigre	N
10	Ultra-frais laitier	19609	Yaourt nature sucré	N
10	Ultra-frais laitier	19610	Yaourt aromatisé	N
10	Ultra-frais laitier	19611	Yaourt aromatisé au lait entier	N
10	Ultra-frais laitier	19700	Yaourt aux fruits au lait entier	N
10	Ultra-frais laitier	19771	Yaourt à boire aromatisé	N
10	Ultra-frais laitier	90039	Crème fraîche et crème de lait sans autre précision	N
10	Ultra-frais laitier	90046	Petit-suisse aromatisé 40% MG	N
11	Fromages	12008	Fromage camembert 45% mg/ms	N
11	Fromages	12009	Fromage camembert 40% mg/ms	N
11	Fromages	12115	Fromage emmental	N
11	Fromages	12500	Roquefort	N
11	Fromages	12758	Tomme	N
11	Fromages	12815	Fromage de chèvre demi sec	N
11	Fromages	19505	Fromage frais 0% mg/ms nature	N
11	Fromages	19851	Fromage frais genre gervita fruit®	N
11	Fromages	90068	Camembert sans autre précision	N
11	Fromages	90082	Gruyère	N
12	Œufs et dérivés	22000	Oeuf entier cru	Rlo/Rly/Rrp
12	Œufs et dérivés	22010	Oeuf dur	Rlo/Rly/Rrp
12	Œufs et dérivés	22011	Oeuf poche	Rlo/Rly/Rrp
12	Œufs et dérivés	22500	Omelette nature	Rlo/Rly/Rrp
12	Œufs et dérivés	22501	Oeuf au plat salé	Rlo/Rly/Rrp
13	Beurre	16400	Beurre	N
14	Huiles	17270	Huile d'olive vierge	N
14	Huiles	80004	Assaisonnement ajouté	N
15	Margarine	700	Pâte à tartiner chocolatée Type Nutella	N
15	Margarine	16615	Margarine	N
17	Viandes	6200	Boeuf bifteck grillé	Rlo/Rly/Rrp
17	Viandes	6210	Boeuf rosbif rôti	Rlo/Rly/Rrp
17	Viandes	6255	Steak haché 15% MG cuit	N
17	Viandes	6520	Veau escalope cuit	Rlo/Rly/Rrp
17	Viandes	21501	Agneau côtelette grillé	Rlo/Rly/Rrp
17	Viandes	21503	Agneau gigot rôti	Rlo/Rly/Rrp
17	Viandes	28101	Porc côtelette grillé	Rlo/Rly/Rrp
17	Viandes	28301	Porc rôti cuit	Rlo/Rly/Rrp
18	Volailles et gibiers	36004	Poulet cuisse rôti	Rlo/Rly/Rrp
18	Volailles et gibiers	36005	Poulet rôti	Rlo/Rly/Rrp
18	Volailles et gibiers	36306	Dinde escalope sautée	Rlo/Rly/Rrp
18	Volailles et gibiers	90044	Lapin sans autre précision	Rlo/Rly/Rrp
19	Abats	40105	Foie de génisse cuit	Rlo/Rly/Rrp
19	Abats	40109	Foie de volaille cuit	Rlo/Rly/Rrp

19	Abats	40203	Langue de boeuf cuite	Rlo/Rly/Rrp
20	Charcuterie	8211	Pâté de campagne	Rlo/Rly/Rrp
20	Charcuterie	28800	Jambon cru	Rlo/Rly/Rrp
20	Charcuterie	28916	Jambon cuit	N
20	Charcuterie	30110	Saucisse de Toulouse	Rlo/Rly/Rrp
20	Charcuterie	30150	Merguez	Rlo/Rly/Rrp
20	Charcuterie	30300	Saucisson sec	Rlo/Rly/Rrp
21	Poissons	26006	Colin d'Alaska	N
21	Poissons	26015	Lieu noir	Rlo/Rly/Rrp
21	Poissons	26021	Merlan frit	Rlo/Rly/Rrp
21	Poissons	26023	Cabillaud au four	Rlo/Rly/Rrp
21	Poissons	26024	Morue salée pochée	Rlo/Rly/Rrp
21	Poissons	26028	Croquette de poisson frit	N
21	Poissons	26030	Poisson pané frit	N
21	Poissons	26034	Sardine à l'huile conserve	N
21	Poissons	26037	Saumon fumé	N
21	Poissons	26038	Saumon à la vapeur	Rlo/Rly/Rrp
21	Poissons	26039	Thon au naturel en conserve	N
21	Poissons	26046	Surimi bâtonnets	N
21	Poissons	26054	Poisson en sauce surgelé	N
21	Poissons	26060	Sole au four	Rlo/Rly/Rrp
21	Poissons	26071	Thon à l'huile en conserve	N
21	Poissons	27014	Truite arc en ciel au four	Rlo/Rly/Rrp
21	Poissons	90122	Nugget de poisson	N
22	Crustacés et mollusques	10007	Crevette cuite	Rlo/Rly/Rrp
22	Crustacés et mollusques	10009	Homard cru	N
22	Crustacés et mollusques	10011	Huitre	Rlo/Rly/Rrp
22	Crustacés et mollusques	10013	Moule cuite à l'eau	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	3	Salade composée végétale appertisée (i)	N
23	Légumes (hors pommes de terre)	13004	Avocat	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20000	Artichaut	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20001	Asperge cuite	N
23	Légumes (hors pommes de terre)	20002	Aubergine cuite	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20003	Betterave rouge	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20005	Bette cuite	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20005	Bette crue	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20006	Brocoli cuit	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20008	Carotte cuite	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20009	Carotte crue	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20010	Champignon cru	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20011	Champignon appertisé	N
23	Légumes (hors pommes de terre)	20014	Chou rouge cru	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20015	Chou vert cuit	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20016	Chou-fleur cru	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20017	Chou-fleur cuit	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20019	Concombre cru	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20021	Courgette cuite	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20024	Céleri branche cuit	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20026	Endive crue	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20027	Épinard cuit	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20028	Fenouil cuit	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20029	Germe de soja appertisé	N

23	Légumes (hors pommes de terre)	20031	Laitue crue	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20033	Navet cuit	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20034	Oignon cru	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20036	Petit pois appertisé	N
23	Légumes (hors pommes de terre)	20037	Petit pois cuit	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20038	Pissenlit cru	N
23	Légumes (hors pommes de terre)	20040	Poireau cuit	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20045	Radis	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20047	Tomate crue	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20048	Tomate pelée en conserve	N
23	Légumes (hors pommes de terre)	20051	Macédoine de légumes	N
23	Légumes (hors pommes de terre)	20066	Mais doux appertisé	N
23	Légumes (hors pommes de terre)	20085	Poivron vert cru	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20089	Radis cru	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20095	Chou rouge cuit a l'eau	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20098	Endive cuite	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20099	Mâche	Rlo/Rly/Rrp
23	Légumes (hors pommes de terre)	20132	Potimarron pulpe crue	N
24	Pommes de terre apparenté	4002	Pomme de terre au four	Rlo/Rly/Rrp
24	Pommes de terre apparenté	4003	Pomme de terre cuite à l'eau	Rlo/Rly/Rrp
24	Pommes de terre apparenté	4004	Chips salées (pomme de terre)	N
24	Pommes de terre apparenté	4005	Pomme de terre frite non salée	N
24	Pommes de terre apparenté	4013	Pomme noisette précuite surgelée	N
24	Pommes de terre apparenté	4018	Pomme de terre purée	N
24	Pommes de terre apparenté	90129	Pomme de terre sautée	Rlo/Rly/Rrp
25	Légumes secs	20030	Haricot vert cuit	N
25	Légumes secs	20502	Haricot blanc cuit	N
25	Légumes secs	20503	Haricot rouge cuit	N
25	Légumes secs	20505	Lentille cuite	N
25	Légumes secs	20506	Pois casse cuit	N
25	Légumes secs	20507	Pois chiche cuit	N
25	Légumes secs	20508	Haricot flageolet appertisé	N
25	Légumes secs	20904	Tofu	N
26	Fruits	1	Salade de fruit frais	N
26	Fruits	13000	Abricot frais	Rlo/Rly/Rrp
26	Fruits	13002	Ananas frais	N
26	Fruits	13005	Banane fraîche	N
26	Fruits	13008	Cerise fraîche	Rlo/Rly/Rrp
26	Fruits	13009	Citron pulpe frais	N
26	Fruits	13014	Fraise fraîche	Rlo/Rly/Rrp
26	Fruits	13021	Kiwi frais	Rlo/Rly/Rrp
26	Fruits	13024	Clémentine ou Mandarine	N
26	Fruits	13026	Melon frais	Rlo/Rly/Rrp
26	Fruits	13030	Nectarine non pelée fraîche	Rlo/Rly/Rrp
26	Fruits	13034	Orange fraîche	N
26	Fruits	13036	Pastèque fraîche	Rlo/Rly/Rrp
26	Fruits	13037	Poire non pelée fraîche	Rlo/Rly/Rrp
26	Fruits	13039	Pomme non pelée fraîche	Rlo/Rly/Rrp
26	Fruits	13040	Pamplemousse	N
26	Fruits	13041	Prune Reine-claude fraîche	Rlo/Rly/Rrp
26	Fruits	13043	Pêche non pelée fraîche	Rlo/Rly/Rrp
26	Fruits	13044	Raisin blanc frais	Rlo/Rly/Rrp

26	Fruits	13045	Raisin noir frais	Rlo/Rly/Rrp
27	Fruits secs et graines oléagineuses	13011	Datte sèche	N
27	Fruits secs et graines oléagineuses	13013	Figue sèche	N
27	Fruits secs et graines oléagineuses	13046	Raisin sec	N
27	Fruits secs et graines oléagineuses	15000	Amande	N
27	Fruits secs et graines oléagineuses	15001	Cacahuète	N
27	Fruits secs et graines oléagineuses	15003	Châtaigne	N
27	Fruits secs et graines oléagineuses	15005	Noix	Rlo/Rly/Rrp
27	Fruits secs et graines oléagineuses	15010	Sésame graine	N
27	Fruits secs et graines oléagineuses	15015	Purée de marron en conserve	N
28	Glaces	39500	Glace au lait ou crème glacée en bac ou sans autre précision	N
29	Chocolat	31001	Barre chocolatée enrobée type Mars	N
29	Chocolat	31005	Chocolat à croquer	N
30	Sucres et dérivés	31003	Bonbons tout type	N
30	Sucres et dérivés	31006	Confiture tout type	N
30	Sucres et dérivés	31008	Miel	Rlo/Rly/Rrp
30	Sucres et dérivés	31016	Sucre blanc	N
30	Sucres et dérivés	80005	Sucre ajouté dans produit laitier enfant	N
30	Sucres et dérivés	80006	Sucre ajouté dans les cafés	N
31	Eaux	90137	Eau de source	N
31	Eaux	90138	Eau du robinet (+qsp préparation des plats)	Rlo/Rly/Rrp
31	Eaux	90139	Eau minérale gazeuse	N
31	Eaux	90140	Eau minérale plate	N
32	BRSA	577	Bière sans alcool	N
32	BRSA	18000	Ananas jus à base de concentré	N
32	BRSA	18006	Carotte jus pasteurise	N
32	BRSA	18007	Citron jus frais	N
32	BRSA	18010	Limonade. Seven'Up, Sprite	N
32	BRSA	18012	Jus d'orange à base de concentré, Minute Maid	N
32	BRSA	18013	Jus d'orange frais non sucré	N
32	BRSA	18014	Jus de pomme à base de concentré	N
32	BRSA	18015	Jus de pamplemousse à base de concentré	N
32	BRSA	18016	Jus de raisin pur pasteurisé	N
32	BRSA	18017	Sirop aux extraits de fruits	N
32	BRSA	18018	Coca-cola, Pepsi-Cola, Soda au cola	N
32	BRSA	18019	Soda aux fruits	N
32	BRSA	18043	Abricot nectar pasteurise	N
32	BRSA	18060	Coca-Cola light, Pepsi-Cola light, Soda au cola light	N
32	BRSA	18220	Citron préparation a diluer	N
32	BRSA	18330	Boisson aux fruits exotiques	N
32	BRSA	18370	Mangue nectar pasteurise	N
32	BRSA	18375	Orange nectar pasteurise	N
32	BRSA	18900	Boisson au soja	N
32	BRSA	90146	Orangina, Soda orange	N
32	BRSA	90147	Perrier	N
32	BRSA	90148	Schweppes	N
33	Boissons alcoolisées	590	Panaché	N
33	Boissons alcoolisées	1010	Pastis prêt à boire (1+5)	N
33	Boissons alcoolisées	5001	Bière ordinaire	N
33	Boissons alcoolisées	5006	Cidre brut	N
33	Boissons alcoolisées	5200	Vin blanc	N
33	Boissons alcoolisées	5201	Vin blanc mousseux	N

33	Boissons alcoolisées	5203	Vin rouge 10°	N
33	Boissons alcoolisées	5204	Vin rouge 11°	N
33	Boissons alcoolisées	5205	Vin rouge 12°	N
33	Boissons alcoolisées	90149	Champagne (boisson alcoolisée)	N
33	Boissons alcoolisées	90151	Kir. Kir royal	N
34	Café	4	Chicorée poudre	N
34	Café	18004	Café noir (préparation régionale avec eau)	Rlo/Rly/Rrp
34	Café	18005	Café en poudre soluble	Rlo/Rly/Rrp
35	Boissons chaudes	18020	Thé infusé	N
35	Boissons chaudes	18101	Boisson au chocolat en poudre	N
36	Pizzas, quiches et pâtisseries salées	25404	Pizza tomate et fromage	N
36	Pizzas, quiches et pâtisseries salées	25405	Quiche Lorraine	N
36	Pizzas, quiches et pâtisseries salées	25417	Tarte aux légumes	N
37	Sandwiches, casse-croûte	25413	Hamburger	Rlo/Rly/Rrp
37	Sandwiches, casse-croûte	90175	Sandwich jambon	Rlo/Rly/Rrp
38	Soupes	25900	Soupe de lentilles	Rlo/Rly/Rrp
38	Soupes	25902	Julienne de légumes. soupe de légumes	Rlo/Rly/Rrp
38	Soupes	25907	Soupe poireau pomme de terre conserve	Rlo/Rly/Rrp
38	Soupes	25908	Soupe poulet vermicelle	Rlo/Rly/Rrp
38	Soupes	25910	Soupe à l'oignon	Rlo/Rly/Rrp
38	Soupes	25914	Velouté de tomate	Rlo/Rly/Rrp
38	Soupes	25916	Minestrone	N
39	Plats composés	25002	Cassoulet en conserve	N
39	Plats composés	25003	Choucroute garnie en conserve	N
39	Plats composés	25004	Choucroute sans jus	Rlo/Rly/Rrp
39	Plats composés	25009	Hachis Parmentier	Rlo/Rly/Rrp
39	Plats composés	25013	Pot-au-feu	Rlo/Rly/Rrp
39	Plats composés	25018	Ratatouille niçoise	Rlo/Rly/Rrp
39	Plats composés	25019	Ravioli viande sauce tomate	N
39	Plats composés	25029	Couscous garni	Rlo/Rly/Rrp
39	Plats composés	25031	Paella	Rlo/Rly/Rrp
39	Plats composés	25033	Boeuf bourguignon	Rlo/Rly/Rrp
39	Plats composés	25081	Lasagne	Rlo/Rly/Rrp
39	Plats composés	25103	Tomate farcie	Rlo/Rly/Rrp
39	Plats composés	25109	Spaghetti sauce tomate	N
39	Plats composés	25400	Croque-monsieur	N
39	Plats composés	90203	Crêpe fourrée salée	N
39	Plats composés	90209	Gratin dauphinois	Rlo/Rly/Rrp
39	Plats composés	90216	Nugget de volaille	N
40	Entrées	25420	Nem, pâté impérial	N
40	Entrées	25604	Salade verte sans assaisonnement	Rlo/Rly/Rrp
40	Entrées	25608	Taboulé	N
41	Entremets	20905	Soja dessert aux ferments vivants (Soja sun)	N
41	Entremets	39200	Crème dessert industriel chocolat type Danette	N
41	Entremets	90223	Gâteau de riz ou de semoule	N
41	Entremets	90231	Flan	N
41	Entremets	90232	Flan nappé caramel Type Flanby, Flandise	N
41	Entremets	90236	Liégeois. Viennois (chocolat. café et assimilé)	N
41	Entremets	90237	Mousse au chocolat	N
41	Entremets	90245	Semoule au lait	N
42	Compote et fruits cuits	591	Pomme framboise compote allégée appertisée	N
42	Compote et fruits cuits	13003	Ananas au sirop en conserve	N

42	Compote et fruits cuits	13038	Compote de pomme en conserve	N
42	Compote et fruits cuits	13049	Macédoine de fruits au sirop conserve	N
43	Condiments et sauces	11011	Mayonnaise sans autre précision	N
43	Condiments et sauces	11101	Sauce béchamel	N
43	Condiments et sauces	11107	Sauce tomate sans viande	N
43	Condiments et sauces	11108	Sauce vinaigrette à l'huile d'olive	N
43	Condiments et sauces	11114	Sauce tomate à la viande	N
43	Condiments et sauces	13032	Olive noire en saumure	N
44	Substitut de repas	578	Protéines végétale	N
99	Aliments végétariens	0	Seitanburgers,végétal végétarien	N
99	Aliments végétariens	2	Crème de céréales macrobiote	N
99	Aliments végétariens	5	Soja lait	N
99	Aliments végétariens	12	Algues	N
99	Aliments végétariens	13	Pakora (beignets de légumes)	N
99	Aliments végétariens	14	Samosa (feuilleté aux légumes)	N
99	Aliments végétariens	15	Halava (gâteau de semoule)	N
99	Aliments végétariens	16	Chapati (galettes de blé complet cuites)	N
99	Aliments végétariens	17	Lait de céréales (rev'riz et lima3)	N
99	Aliments végétariens	18	Galettes céréales	N
99	Aliments végétariens	19	Pâté végétal	N
99	Aliments végétariens	20	Pomme de terre épluchée crue	N
99	Aliments végétariens	21	Tempeh (soja fermenté)	N
99	Aliments végétariens	22	Miso (orge et riz)	N
99	Aliments végétariens	23	Puri (galettes de blé frites)	N
99	Aliments végétariens	24	Chou farci	N
99	Aliments végétariens	25	Laddou (friand au beurre et pois chiche)	N
99	Aliments végétariens	26	Chutney d'ananas	N
99	Aliments végétariens	27	Cake macrobiote	N
99	Aliments végétariens	28	Flan macrobiote	N
99	Aliments végétariens	29	Yannoh poudre (café succédané)	N
99	Aliments végétariens	30	Soupe miso (poudre)	N
99	Aliments végétariens	31	Gâteau de semoule macrobiote	N
99	Aliments végétariens	32	Boulettes de céréales macrobiote	N
99	Aliments végétariens	33	Thés végétarien (vert et 3 ans)	N

Date de parution :

Mai 2004

Conception et réalisation graphique :

Pascal Devriendt - 02 communication
Rue Charles Humbert 9 - 1205 Genève
02com@bluewin.ch

Impression :

Mâcon Imprimerie

Crédit photo :

Photothèque INRA

Photographes :

BOSENNEC Jean-Marie

CHEVALIER J.

NICOLAS Bertrand

TOUREAU Valérie

WEBER Jean

Réalisée à l'initiative de la Direction générale de l'alimentation du Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales et de l'Institut national de la recherche agronomique, avec la collaboration de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments, l'étude de l'alimentation totale française est la première grande étude traitant à la fois de l'exposition aux mycotoxines, éléments traces et minéraux présents dans les aliments « tels que consommés ». Cette étude permet de dresser un premier bilan du niveau de consommation ou d'exposition de la population française à ces composants.

Les études de l'alimentation totale consistent en la combinaison de données de consommation individuelles avec des résultats de contamination de l'aliment prêt à consommer. A la différence d'études d'exposition se basant sur la contamination des matières premières, cette étude permet une estimation plus réaliste, c'est à dire non surestimée du risque.

L'étude met en évidence que, pour la population française, le niveau observé de contamination de ses aliments en mycotoxines, minéraux et éléments traces étudiés est, au regard de la réglementation en vigueur, globalement satisfaisant. L'étude montre aussi que la probabilité pour les populations étudiées d'être exposées à des risques alimentaires d'ordre nutritionnel et/ou sanitaire est faible. Cependant pour certains consommateurs, le risque de consommation de nutriments à un niveau inférieur ou supérieur aux valeurs de références nutritionnelles ou d'être exposés à un niveau supérieur aux valeurs de référence toxicologiques n'est pas nul.