

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 3 février 2025

AVIS

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

**relatif à l'établissement de repères alimentaires destinés aux personnes
suivant un régime d'exclusion de tout ou partie des aliments d'origine animale**

*L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.
L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.
Elle contribue également à assurer la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux, l'évaluation des propriétés nutritionnelles et fonctionnelles des aliments et, en évaluant l'impact des produits réglementés, la protection de l'environnement.
Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du Code de la santé publique).
Ses avis sont publiés sur son site internet.*

L'Anses s'est autosaisie le 28 juin 2019 pour la réalisation de l'expertise suivante :
« établissement de repères alimentaires destinés aux personnes suivant un régime d'exclusion de tout ou partie des aliments d'origine animale ».

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

Les repères du Programme National Nutrition Santé (PNNS) pour la population générale adulte ont été actualisés par l'Anses en 2016 sur la base des références nutritionnelles et des données de consommation de la population générale, de composition et de contamination des aliments consommés par cette population. Pour réaliser cette actualisation, l'Anses a utilisé une « méthode d'optimisation linéaire sous contrainte » permettant d'établir des repères spécifiques qui intègrent les données de composition et de consommation des aliments et répondent à un ensemble de contraintes et d'objectifs nutritionnels, épidémiologiques et toxicologiques (Anses 2016a).

Par construction, ce travail réalisé en population générale ne couvrait pas certaines populations spécifiques, qui ont des particularités physiologiques ou des pratiques alimentaires atypiques. C'est notamment le cas des personnes suivant un régime d'exclusion

de tout ou partie des aliments d'origine animale. Pour ces populations dites « végétariennes », une déclinaison des repères établis pour la population générale nécessite ainsi d'être réalisée, sur la base des références nutritionnelles et des différents modes de consommation propres à ces populations.

L'objectif général est d'établir des repères de consommation permettant de couvrir les besoins nutritionnels de ces populations, tout en considérant l'association de certains groupes alimentaires avec le risque de maladies chroniques non transmissibles (les maladies cardiovasculaires, le diabète de type 2, l'obésité, certains cancers et les maladies liées à la santé osseuse ont été retenus) et l'exposition aux contaminants. Pour atteindre cet objectif, l'approche méthodologique de l'optimisation des régimes alimentaires développée pour la population générale adulte a été adaptée aux caractéristiques des populations végétariennes.

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

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

L'expertise relève du domaine de compétences du comité d'experts spécialisé (CES) Nutrition humaine. L'Anses a confié l'expertise au groupe de travail (GT) « Végétariens ». Les travaux ont été présentés régulièrement au CES tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques de janvier 2018 à octobre 2024. Ils ont été adoptés par le CES Nutrition humaine réuni le 10 octobre 2024. Les travaux du GT ont été scindés en deux volets : d'une part, une revue systématique de la littérature relative aux liens entre les régimes végétariens et la santé (rapport d'expertise) et, d'autre part, un travail de modélisation des consommations et d'optimisation des régimes sous un ensemble de contraintes nutritionnelles, épidémiologiques, documenté par le rapport d'expertise, et toxicologiques (faisant l'objet du présent avis).

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

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet : <https://dpi.sante.gouv.fr/>.

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES NUTRITION HUMAINE ET DU GT « VEGETARIENS »

3.1. Méthode de l'optimisation

L'optimisation est une branche des mathématiques qui consiste à modéliser, à analyser et à résoudre un problème en identifiant la meilleure solution au regard de critères prédéfinis. Ces critères se traduisent par une fonction mathématique, appelée fonction « objectif ».

La solution optimale, obtenue à l'aide de l'algorithme du simplexe (algorithme de résolution des problèmes d'optimisation linéaires), correspond à une valeur extrême de cette fonction

« objectif ». Des adaptations de cet algorithme ont été développées pour traiter les problèmes non linéaires.

Cette approche fait appel à un vocabulaire spécifique présenté ci-après.

Contrainte : une contrainte est une condition que doit satisfaire la solution du problème d'optimisation. L'ensemble des solutions satisfaisant toutes les contraintes est appelé l'ensemble des possibles. Dans la méthode utilisée par l'Anses, les contraintes correspondent à l'atteinte des références nutritionnelles, au non dépassement des limites de sécurité pour les nutriments et des valeurs maximales d'exposition pour les contaminants, ainsi qu'au respect des bornes inférieures et supérieures de consommation.

Fonction « objectif » : la fonction « objectif » correspond à la variable (intégrant les critères) à minimiser. Dans la méthode utilisée par l'Anses, il s'agit d'une somme équipondérée de termes correspondant aux critères suivants : minimisation des écarts à la consommation moyenne, variables d'écart à la contrainte rendue flexible (cf. définition de la flexibilité ci-après), minimisation de l'exposition à certains contaminants, et minimisation ou maximisation des consommations à limiter ou à promouvoir.

Critères : les critères sont les termes qui définissent la fonction « objectif », et qui traduisent donc les objectifs dont l'atteinte doit être optimisée. Si les contraintes permettent de définir un ensemble de solutions, les critères permettent d'identifier une solution unique qui est optimale au regard de ces critères qui sont combinés dans la fonction « objectif ». Dans l'approche utilisée par l'Anses, les critères traduisent la minimisation des écarts à la consommation actuelle, la minimisation (ou maximisation) de la consommation de certains groupes d'aliments afin de prévenir les maladies chroniques non transmissibles, la minimisation de l'exposition à certains contaminants, et la minimisation des écarts aux contraintes rendues flexibles.

Flexibilité : la flexibilité permet de « relâcher » une contrainte non satisfaite. Par exemple, rendre flexible une contrainte nutritionnelle qui ne peut pas être satisfaite permet de s'en rapprocher le plus possible. L'introduction d'une flexibilité correspond à l'ajout d'un critère d'optimisation sous la forme d'un terme de la fonction « objectif », connu sous nom de « variable de goal » ou variable d'écart à la contrainte.

Solution : la solution correspond au vecteur $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ qui satisfait l'ensemble des contraintes et pour lequel la valeur de la fonction « objectif » est minimale. Dans la méthode utilisée par l'Anses, les x_i ou variables d'état correspondent aux quantités optimales de chaque groupe d'aliments.

3.2. Méthode de l'optimisation alimentaire utilisée par l'Anses

La méthode utilisée par l'Anses vise à identifier des combinaisons de groupes d'aliments (variables d'état) qui permettent de répondre aux objectifs fixés, c'est-à-dire la réduction des risques nutritionnels et toxicologiques, tout en s'éloignant le moins possible des habitudes de consommation actuellement observées. L'ensemble des contraintes nutritionnelles et toxicologiques ainsi que des critères (minimisations ou maximisations) permettent de prendre en compte les risques liés aux apports en nutriments ou à l'exposition aux contaminants, ainsi que les bénéfices nutritionnels attendus.

3.2.1. Contraintes appliquées à l'optimisation

3.2.1.1. Assurer des apports adéquats en nutriments

Le terme général « référence nutritionnelle » regroupe un ensemble de valeurs d'apports alimentaires en nutriments qui permettent de réduire le risque d'insuffisance ou d'excès d'apport en vitamines, minéraux et macronutriments d'une personne en bonne santé. Ces valeurs varient en fonction de l'âge et du sexe, mais aussi en fonction du niveau d'activité physique, de l'état physiologique (comme la grossesse par exemple) ou encore des habitudes alimentaires. Les références nutritionnelles en vitamines et minéraux ont été actualisées en 2021 par l'Anses (Anses 2021).

Ces valeurs constituent un jeu de données d'entrée considéré comme des « contraintes nutritionnelles » qui devront être satisfaites pour établir la solution de régime optimisé. En d'autres termes, l'ajout de ces contraintes assure que les régimes identifiés par optimisation apportent des quantités de nutriments conformes aux références nutritionnelles.

3.2.1.2. Prévenir le risque de maladies chronique non transmissibles

La consommation de certains groupes d'aliments est associée à une réduction ou, au contraire, une augmentation du risque d'apparition de différentes maladies chroniques non transmissibles. De nombreux travaux, notamment ceux du *Dietary Guidelines Advisory Committee* (DGAC), ont permis de caractériser, d'un point de vue épidémiologique, les relations entre certains groupes alimentaires et le risque de développer ces maladies, dont notamment les maladies cardiovasculaires, le diabète de type 2, l'obésité, certains cancers et les maladies liées à la santé osseuse (DGAC 2020; Anses 2016a).

La prévention de ces maladies étant un des enjeux des repères de consommations alimentaires, la méthode d'optimisation peut être paramétrée de manière à maximiser ou minimiser les groupes d'aliments pour lesquels des liens épidémiologiques avec la diminution ou l'augmentation de risque de ces maladies ont été observés.

3.2.1.3. Limiter l'exposition aux contaminants

L'exposition aux contaminants chimiques présents dans l'alimentation pouvant avoir un impact sur la santé, il est également nécessaire de la prendre en compte dans l'élaboration des repères de consommations alimentaires. Une sélection des substances à considérer (cf. annexe 3) a été réalisée en cohérence avec les travaux relatifs à l'actualisation des repères du PNNS pour la population générale adulte, sur la base des données de concentrations disponibles, des valeurs toxicologiques de référence (VTR) disponibles, et de la liste des dangers chimiques retenus dans le cadre de la saisine 2016-SA-0153 de l'Anses relative à la hiérarchisation des risques biologiques et chimiques liés aux aliments (PrioR), en cours d'instruction.

L'évaluation des risques sanitaires encourus par la population repose sur la comparaison des estimations de l'exposition alimentaire à des valeurs de référence, établies pour chaque molécule : dose journalière admissible (DJA) ou tolérable (DJT), dose hebdomadaire tolérable provisoire (DHTP) ou *benchmark dose lower bound* (BMDL), etc. La liste des valeurs de référence a été mise à jour avec l'appui de l'unité d'évaluation des risques liés aux aliments (Ueralim) et de l'Unité méthodologie et études (UME) de l'Anses, en considérant les valeurs

validées par le GT Data-Tox¹ (dont les travaux sont en cours, en appui à la 3^e étude de l'alimentation totale (EAT3)) de l'Anses à la date du 13 décembre 2023. Pour les substances ne disposant pas de valeur validée par le GT Data-Tox, la valeur de référence la plus récente a été considérée, ou à défaut la valeur utilisée lors de la dernière évaluation disponible (Anses 2016a, 2016b).

Les additifs alimentaires et les résidus de pesticides (hors ceux identifiés comme polluants organiques persistants au moment de la collecte des données) étant des produits soumis à autorisations au niveau européen, ils n'ont pas été inclus dans les paramètres d'optimisation comme pour la population générale. En effet, le processus d'évaluation et d'autorisation communautaire des additifs et des pesticides, ainsi que la fixation des limites maximales de résidus de pesticides et des usages autorisés prennent en compte les habitudes alimentaires, ainsi que, pour les pesticides, les pratiques agricoles.

3.2.1.4. Prendre en compte les habitudes alimentaires

Afin de faciliter l'acceptation des repères de consommations alimentaires et leur mise en œuvre, il est important de prendre en compte les habitudes alimentaires de la population et de tenter de s'en éloigner le moins possible. Les habitudes de consommation sont prises en compte à deux niveaux du paramétrage de l'optimisation, afin que les quantités de groupes d'aliments proposées soient : 1) comprises entre des bornes minimales et maximales de consommation observées dans la population, et 2) les plus proches possible des moyennes de consommation journalières observées.

Ce dernier paramétrage n'est pas appliqué aux groupes d'aliments dont la consommation est associée à une augmentation ou une diminution du risque de maladies chroniques non transmissibles et qui sont donc à minimiser ou à maximiser.

3.2.2. Paramétrage de la méthode

3.2.2.1. Données d'entrée

Dans un premier temps, il a été nécessaire d'adapter la méthode d'optimisation aux caractéristiques de consommation des populations végétariennes. Dans la suite de cette analyse, le GT a adopté les définitions suivantes :

- régime lacto-ovovégétarien (LOVG) : régime excluant les produits animaux à l'exception des œufs et dérivés, du lait et des produits laitiers et du miel ;
- régime végétalien : régime excluant tous les aliments d'origine animale.

■ Données de consommation

Les données de consommation utilisées sont issues de l'étude NutriNet-Santé qui est une cohorte prospective française lancée en ligne en mai 2009 (Hercberg *et al.* 2010). Cette étude a été élaborée par l'équipe de recherche en épidémiologie nutritionnelle de l'Inserm (EREN).

¹ Afin de sélectionner une valeur toxicologique de référence (VTR, ou autre valeur repère) pour les substances chimiques non soumises à une autorisation d'usage analysées dans l'EAT3, l'Anses s'est autosaisie (saisine n°2021-AUTO-0154) et a mandaté un groupe de travail nommé « GT Data-Tox », rattaché au CES ERCA pour réaliser ce travail. Le GT Data-Tox a été mis en place en juin 2022.

Les personnes participant à l'étude NutriNet-Santé ont été classés en sous-groupes selon le type de régime végétarien suivi à l'aide de leurs déclarations de régime, et des données de consommations alimentaires (consommations nulles de viandes et poissons pour les LOVG et consommations nulles de viandes, poissons, œufs, lait et produits laitiers pour les végétaliens). Cette méthode dite « mixte » d'identification (déclarations et consommations) a été adaptée au travail d'optimisation réalisé par le GT.

En effet, en cohérence avec les critères d'inclusion utilisés pour sa revue systématique (Anses 2024), un seuil de tolérance de consommation de viande ou de poisson à raison d'une fois par mois ou de 10 g par semaine a été adopté par le GT. Ce seuil, très généralement utilisé dans la littérature, est lié à des artefacts de consommation de viande que l'on peut observer dans les recueils de consommation. En effet, des équivalents végétariens de recettes standards à base de viande (lasagnes, hachis parmentier, etc.) ne sont pas toujours disponibles.

Cette classification a abouti aux effectifs suivants pour le travail d'optimisation :

- hommes lacto-ovovégétariens : n = 78
- femmes lacto-ovovégétariennes n = 347
- hommes végétaliens : n = 47
- femmes végétaliennes : n = 103

■ **Données de composition nutritionnelle**

■ *Classification des aliments*

En 2016, dans le cadre de l'actualisation des repères du PNNS pour la population générale adulte, l'Anses a réalisé une catégorisation des aliments fondée sur des considérations d'usage et de composition nutritionnelle (Anses 2016a). Le GT s'est appuyé sur cette classification et l'a adaptée aux consommations des LOVG et des végétaliens en :

- supprimant les groupes d'aliments exclus de ces régimes ;
- adaptant le périmètre de certains groupes avec la suppression des aliments exclus de ces régimes (Tableau 1a). Par exemple, pour les régimes LOVG, le groupe « viandes poissons œufs » est devenu le groupe « œufs » ;
- adaptant les recettes de certains produits contenant des ingrédients d'origine animale. Par exemple, pour les régimes végétaliens, les recettes des produits alimentaires contenant du lait ou du beurre ont été adaptées avec des ingrédients d'origine végétale ;
- ajoutant des groupes qui reflètent les habitudes de consommation observées dans ces régimes, et concernant des aliments plus rarement consommés par les populations suivant des régimes contenant de la chair animale. C'est notamment le cas des analogues de produits animaux, comme les analogues de viande (Tableau 1b).

A l'issue de cette catégorisation, ce sont 40 groupes et sous-groupes d'aliments qui ont été considérés pour la population LOVG et 33 groupes et sous-groupes pour la population végétalienne (Tableau 1).

Tableau 1 : groupes et sous-groupes d'aliments utilisés dans la méthode d'optimisation

Tableau 1.a : groupes et sous-groupes déjà présents dans la modélisation pour la population générale et réutilisés pour les populations végétariennes

Groupe	Sous-groupes	Exemples
Légumes		Légumes brut frais et transformés (salade, concombre, carottes, maïs, petit pois) Mélanges de légumes non cuisinés (jardinière, macédoine)
Légumes secs		Légumes secs bruts (haricots secs, lentilles)
Fruits	Fruits frais	Fruits frais bruts (pomme, banane, pastèque)
	Fruits transformés	Compotes et fruits au sirop
	Fruits secs	Fruits secs bruts (pruneau, datte, raisin sec, baie de Goji)
Féculents et céréales ¹	Féculents et céréales sources de fibres (fibres \geq 3 g/100 g ou « complets »)	Blé de type Ebly, sarrasin, quinoa, semoule complète, flocon d'avoine, riz complet
	Autres féculents et céréales ¹	Blé, pâtes, riz blanc
Pains et produits de panification ¹	Pains et produits de panification sources de fibres (fibres \geq 3 g/100 g ou « complets »)	Pain complet, pain aux céréales, biscottes complètes, pain de campagne
	Autres pains et produits de panification	Baguette, pain de mie blanc
Œufs ²		Œufs utilisés comme ingrédients et œufs consommés « brut » (œuf dur, œuf à la coque, œuf poché, œuf mollet, œuf sur le plat)
Beurres et autres graisses animales ²		Beurres (doux, demi-sel, etc.), graisse de canard
Huiles végétales	Huiles végétales à teneur élevée en ALA	Huile de colza, huile de noix, huile de soja et huile de lin
	Autres huiles végétales et margarines	Huile d'olive, huile de tournesol, huile d'arachide, etc., et toutes les margarines et graisses végétales
Oléagineux		Pistache, amande, noisettes, etc. salés ou non, olives, purée d'amande, beurre de cacahuète
Laits ²		Laits nature écrémés ou entiers
Produits laitiers ²	Produits laitiers frais sucrés et boissons lactées sucrées	Laits aromatisés, yaourts sucrés et fromages blancs sucrés, petits-suisseurs aromatisés ou aux fruits
	Produits laitiers frais naturels	Yaourts naturels, fromages blancs naturels, petits-suisseurs nature
	Desserts lactés sucrés	Mousse au chocolat, crèmes desserts, flan au caramel, tiramisu
	Fromages	Fromages, fromages à tartiner, fromages fondus
Produits sucrés ou sucrés et gras ¹		Pana cotta, crème brûlée, sucres et matières sucrantes, confiseries chocolatées ou sucrées, sirops à diluer, gâteaux
Produits salés à base d'amidon ¹		Pommes de terre cuisinées ou transformées, biscuits apéritifs, pâtes à tarte
	Produits sucrés à base d'amidon non enrichis	Céréales de petit déjeuner, biscuits secs

Groupe	Sous-groupes	Exemples
Produits sucrés à base d'amidon ¹	Produits sucrés à base d'amidon enrichis ³	Céréales de petit déjeuner enrichies, biscuits secs enrichis
Eaux de boisson		Eau plate, eau de source, eau du robinet, eau gazeuse
Boissons avec sucres ajoutés		Boissons plates aux fruits, sodas, limonades
Jus de fruits, smoothies et nectars de fruits ¹		Jus de fruits (100 % et à base de concentré), jus de légumes, smoothies, nectars de fruit, eau de coco, boissons à base de jus de fruits et de lait
Sels		Sel marin, sel iodé, sels aromatisés, gomasio
Sauces et condiments ¹		Crèmes fraîches, sauces chaudes et froides, tartinables (caviar d'aubergine, houmous, etc.)

¹Les aliments présents dans ce groupe varient selon le régime (présence ou non d'aliments contenant des œufs ou des produits laitiers)

²Groupe exclu de la modélisation du régime végétalien ³Sous-groupe créé pour la modélisation des régimes végétariens

Tableau 1.b : groupes et sous-groupes créés pour la modélisation pour les populations végétariennes

Groupe	Sous-groupe	Exemples
Analogues végétaux des viandes ¹	Analogues végétaux des viandes vecteurs de protéines (≥ 14 g/100 g)	Gluten, protéine texturée de soja, tofu, « steak » ou « saucisse » à base de soja
	Analogues végétaux des viandes non vecteurs de protéines (<14 g/100 g)	Galettes de céréales, « hâché » végétal à base de soja
Boissons végétales	Boissons végétales non sucrées non enrichies en calcium	Boissons à l'amande non enrichies, boissons au soja non enrichies
	Boissons végétales non sucrées enrichies en calcium	Boissons à l'amande enrichies en calcium, boissons au soja enrichies en calcium
	Boissons végétales sucrées non enrichies en calcium	Boissons au riz non enrichies, boissons à l'avoine non enrichies, boissons à la châtaigne non enrichies
	Boissons végétales sucrées enrichies en calcium	Boissons au riz enrichies en calcium
Analogues végétaux des produits laitiers frais (PLF)	Analogues des PLF non sucrés non enrichis en calcium	Yaourts au soja nature, crèmes dessert végétales, crèmes dessert au soja aromatisées, yaourts au soja aux fruits, yaourts au lait végétal, crèmes dessert végétales (sans soja)
	Analogues des PLF non sucrés enrichis en calcium	
	Analogues des PLF sucrés non enrichis en calcium	
	Analogues des PLF sucrés enrichis en calcium	
Analogues végétaux des « fromages »		Fromages à tartiner végétariens
Levure alimentaire et autres		Germe de blé, levure alimentaire en paillettes, pâte à tartiner à base d'extrait de levure (type Marmite®)

¹Les aliments présents dans ce groupe varient selon le régime (présence ou non d'aliments contenant des œufs ou des produits laitiers)

■ *Compositions nutritionnelles moyennes des groupes d'aliments*

L'optimisation a été réalisée à partir des groupes et sous-groupes d'aliments ainsi définis, dont la composition moyenne a été calculée en prenant en compte les habitudes de consommation. Ainsi, pour chacune des quatre populations étudiées : hommes lacto-ovovégétariens, femmes lacto-ovovégétariennes, hommes végétaliens, femmes végétaliennes, la composition nutritionnelle de chaque aliment constituant le groupe a été pondérée par la part représentée par sa consommation observée dans l'étude NutriNet-Santé. Cette méthode permet de s'assurer d'une meilleure représentativité des aliments contenus dans le groupe et ainsi de la bonne cohérence entre les messages de santé publique et leur applicabilité.

Certains aliments composés sont absents des groupes listés précédemment. En effet, ceux-ci ont été décomposés en ingrédients qui ont ensuite été répartis dans les groupes d'aliments associés. Ainsi l'ensemble des plats à base d'œufs (omelette, soufflé, flan, etc.), les légumes cuisinés (fondue de poireau, épinards à la crème, ratatouille, poêlée de légumes, etc.), les soupes et bouillons, les plats à base de légumes, de féculents, de pommes de terre, de céréales (riz, pâtes, blé, etc.), les sandwichs, pizzas et autres pâtisseries salées ont été décomposés en ingrédients simples. Des recettes distinctes ont parfois été choisies pour un même aliment, selon qu'il était consommé par les végétariens ou par les végétaliens afin que la recette considérée pour les végétaliens ne comporte pas d'ingrédients d'origine animale mais des analogues d'origine végétale.

Pour chaque ingrédient des aliments à décomposer et pour chaque aliment qui n'était pas à décomposer, une composition nutritionnelle a été assignée à partir de la table CALNUT 2020² produite par le Ciqual, table sans valeurs manquantes mise à disposition par l'Anses pour le calcul des apports en nutriments. Dans cette table, ce sont les valeurs de type *middle bound* (MB) qui ont été exploitées. Ainsi, une hypothèse a été faite conduisant à remplacer les données inférieures à la limite de détection (LD), par la valeur ½ LD. En outre, pour ne pas surestimer à tort les teneurs de certains nutriments que l'on sait être absents de groupes d'aliments donnés, des zéros ont été assignés pour l'EPA, le DHA, la vitamine B12 et la vitamine D dans les groupes suivants : légumes (excepté les champignons pour la vitamine D), légumes secs, fruits frais, fruits transformés, fruits secs, féculents et céréales sources de fibres, autres féculents et céréales (excepté les gnocchis et pâtes aux œufs), oléagineux, autres huiles végétales et margarines (excepté les margarines qui sont des aliments formulés pouvant par conséquent être enrichis) et boissons avec sucres ajoutés.

■ **Données de concentration en contaminants**

Pour la majorité des aliments les données de l'EAT2 ont été utilisées. Au cours de cette étude, 1319 échantillons représentant 212 types d'aliments différents couvrant environ 90 % du régime alimentaire en France ont été collectés entre 2007 et 2009. Chaque échantillon était constitué de 15 sous-échantillons représentatifs de la consommation alimentaire en France pour l'aliment concerné (s'agissant du mode de consommation, de la préparation culinaire, des marques achetées le cas échéant, du lieu d'achat, etc.). Les échantillons ont été prélevés dans différentes régions de France (8 inter-régions) et pour la plupart lors de deux saisons

² Anses. 2020. Table de composition nutritionnelle Ciqual pour le calcul des apports nutritionnels CALNUT

différentes (printemps-été et automne-hiver) afin de tenir compte des éventuelles disparités géographiques et saisonnières.

Pour neuf aliments plus spécifiques des régimes lacto-ovovégétarien et végétalien, les données des plans de surveillance allemands ont été utilisées. Certaines concentrations ont été complétées avec les données de l'étude de l'alimentation totale allemande (MEAL study) disponibles en données ouvertes (Fechner *et al.* 2022; Hackethal *et al.* 2021). Enfin, pour deux aliments, les données relatives aux isoflavones, générées par une convention de recherche et développement menée par l'Anses en 2019-2020, ont été utilisées.

De la même façon que pour l'actualisation des repères du PNNS pour la population générale, et comme pour les données de composition nutritionnelle, l'hypothèse de traitement de la censure³ MB a été considérée : les concentrations inférieures à la LD ont été remplacées par une concentration de $\frac{1}{2}$ LD, et les concentrations inférieures à la limite de quantification (LQ) mais supérieures à la LD ont été remplacées par une concentration valant $\frac{1}{2}$ (LD+LQ).

Dans le cas où les nouvelles VTR portent sur une somme de plusieurs substances, les données de concentration ont fait l'objet d'un nouveau calcul approprié.

Par ailleurs, pour l'arsenic inorganique et le chrome, les hypothèses de spéciation (proportions des différentes formes chimiques de la molécule dans les aliments) validées pour l'actualisation des repères du PNNS pour la population générale ont été appliquées (Anses 2016a).

Une table de correspondance a préalablement été établie entre les aliments consommés par les lacto-ovovégétariens et végétaliens de la cohorte NutriNet-Santé et la nomenclature des données mentionnées ci-dessus. Cette table tient compte de la même décomposition des aliments en ingrédients que celle utilisée pour déterminer la composition nutritionnelle. Puis, pour chaque population préalablement définie, la concentration de chaque substance a été calculée pour chaque groupe d'aliments, en pondérant la concentration moyenne de chaque aliment du groupe par la part qu'il représente dans la consommation du groupe au sein de la population considérée.

3.2.2.2. Choix des paramètres de l'optimisation

Afin d'être cohérent avec la démarche suivie pour la population générale adulte, le GT a décidé de reprendre, autant que possible, les choix de paramétrage faits lors de l'actualisation des repères alimentaires du PNNS pour la population générale. Ces choix et les adaptations nécessaires pour les végétariens sont présentés ci-après.

■ Paramètres liés aux consommations

■ Bornes inférieures et supérieures

Dans le travail conduit chez les adultes de la population générale en 2016, les bornes de consommation des groupes d'aliments étaient le 5^e et 95^e centiles (p5 et le p95). L'échantillon des consommateurs végétariens de NutriNet-Santé stratifié selon le sexe et le régime (lacto-ovovégétarien ou végétalien) n'étant pas de taille suffisante pour disposer d'une estimation fiable du p95, le p90 a été retenu pour la borne supérieure (Kroes *et al.* 2002). Par conséquent, pour des raisons de cohérence, la borne inférieure retenue a été le p10.

Pour les hommes végétaliens, l'effectif était inférieur à la taille d'échantillon nécessaire pour pouvoir prendre en compte le p90. Le GT a donc décidé d'utiliser le p90 des hommes lacto-

³ Le taux de censure est la proportion de données non quantifiées (inférieures à la limite analytique).

ovovégétariens aux hommes végétaliens, considérant que ces deux populations ont très probablement des habitudes de consommations similaires pour les groupes d'aliments consommés par les deux populations.

■ *Bornes « couplantes »*

Les bornes dites « couplantes » consistent à associer des sous-groupes dont les usages alimentaires (occasions de consommation et préparations alimentaires) sont proches et peuvent donc être considérés comme substituables. Il est donc défini une borne de consommation commune pour la somme des consommations de ces sous-groupes. Ainsi, ces sous-groupes n'ont plus de bornes de consommation propres.

Ces bornes ont été mises en place afin de faciliter la couverture des besoins en fibres et en acide alpha-linolénique. Ainsi, il devient possible de substituer des féculents ou pains raffinés par des féculents ou pains complets ou sources de fibres et de substituer des huiles végétales pauvres en acide alpha-linolénique (par exemple l'huile de tournesol) par des huiles riches en cet acide gras (par exemple les huiles de colza ou de noix). Dès lors, ces substitutions peuvent entraîner des niveaux de consommation de ces sous-groupes qui n'ont été constatés que pour la somme des sous-groupes.

Des bornes « couplantes » ont également été utilisées pour l'optimisation du régime lacto-ovovégétarien entre les boissons végétales et le lait, entre les analogues de fromages et le fromage et entre les analogues des produits laitiers frais et les produits laitiers frais.

Par ailleurs, afin de s'assurer que la consommation de boissons sucrées⁴ reste inférieure à un verre par jour (cf. paragraphe suivant), une borne « couplante » rassemble les groupes « Jus de fruits, smoothies et nectars de fruits » et « Boissons avec sucres ajoutés ».

■ *Critères épidémiologiques*

Pour fixer les objectifs de consommation fondés sur les connaissances épidémiologiques, le GT a décidé d'appliquer les mêmes critères que ceux utilisés lors de la modélisation en population générale (Anses 2016a), pour les groupes d'aliments compatibles avec les régimes végétariens. Pour les boissons sucrées³, la limite maximale d'un verre par jour définie à partir des études épidémiologiques remplace le p90 de consommation. De plus, pour ce groupe, l'objectif n'est pas de minimiser les écarts à la consommation observée mais de minimiser la consommation.

Le GT a décidé d'actualiser ces critères sur la base du rapport scientifique du *Dietary Guidelines Advisory Committee* (DGAC 2020) (cf. annexe 5).

Les groupes alimentaires compatibles avec les régimes végétariens pour lesquels le rapport du DGAC a établi un lien favorable avec la santé dans la population générale, avec un poids des preuves élevé, sont : les fruits, les légumes, les légumes secs, les céréales complètes, les produits laitiers à faible teneur en matière grasse, les noix, les huiles végétales insaturées.

Ainsi le GT a décidé de maximiser la consommation des groupes et sous-groupes suivants : fruits frais, fruits transformés, fruits secs, légumes, légumes secs, féculents source de fibres, céréales source de fibres, pains source de fibres, lait, produits laitiers frais naturels, oléagineux et huiles végétales riches en acide alpha-linolénique.

⁴ Lesdites boissons sucrées comprennent les sodas, les nectars, les jus de fruits à base de concentrés, les jus de fruits frais, les smoothies, etc.

■ Paramètres liés aux apports en nutriments et en énergie

■ Contraintes liées aux apports en nutriments

Les références nutritionnelles pour la population française (RN) ont été mises à jour en 2021 (Anses 2021). Parmi celles-ci, les références nutritionnelles prises en compte pour l'optimisation sont les références nutritionnelles pour la population (RNP), les apports satisfaisants (AS) quand ils n'étaient pas fondés sur des apports moyens dans la population française et les limites supérieures de sécurité (LSS) dont celles récemment revues par l'Efsa (fer, manganèse, acide folique, vitamine D, sélénium). Pour les AS fondés sur des apports moyens (moyenne des apports observés, hors compléments alimentaires, dans l'étude Inca 3), le GT a décidé d'utiliser le p5 d'apport de la population générale Inca 3 en borne inférieure. En effet, le GT considère que 95 % de la population présente des apports suffisants et a placé arbitrairement le risque d'insuffisance d'apport au p5. Cela concerne le magnésium, le cuivre, et les vitamines B5, E, K1 (Tableau 2 : liste des contraintes relatives à l'apport en énergie et en nutriments).

Dans le cas du fer, un taux d'absorption adapté aux apports alimentaires des végétariens a été pris en compte. D'après les données observées dans l'étude Inca 3, le taux d'absorption a été estimé à 13 % dans les régimes observés dans la population générale et 9 % à partir des modèles incluant des consommations élevées d'aliments d'origine végétale (Fouillet *et al.* 2023). Le GT a donc estimé que la référence nutritionnelle pour les végétariens (hommes et femmes) considérée dans ce travail devait être rehaussée à 16 mg/j⁵. Pour le zinc, le GT a retenu la RNP établie pour une consommation élevée en phytates (soit 900 mg/j).

Pour les protéines, le GT a utilisé comme références nutritionnelles la RNP de 0,83 g/kg/j, ainsi que la borne supérieure de 20 % de l'AET. Le GT a décidé de ne pas utiliser les intervalles de référence pour les lipides et les glucides. En effet, pour les lipides, ces pourcentages ont été établis pour assurer notamment la couverture des besoins en acides gras essentiels, qui font déjà l'objet de contraintes. Pour les glucides, les pourcentages découlent des références établies pour les deux autres macronutriments et n'ont donc pas de justification propre.

Pour les nutriments disposant d'une LSS, cette valeur a été utilisée comme contrainte d'apport maximal.

Pour l'énergie, le GT a utilisé les mêmes références que pour l'actualisation des repères pour la population générale adulte ayant un niveau d'activité physique faible à modéré (Anses 2016a), elles-mêmes fondées sur les valeurs établies par l'Efsa (Efsa 2013).

■ Critères liés aux apports en nutriments

Étant donné le grand nombre de contraintes nutritionnelles à prendre en compte, il est possible qu'aucune solution ne permette de respecter toutes ces contraintes. Dans ce cas, la méthode utilisée par l'Anses conduit à introduire une flexibilité pour certaines contraintes choisies. Ainsi, la contrainte est levée, mais l'écart à cette valeur cible sera minimisée grâce à un critère intégré dans la fonction « objectif ».

⁵ RNP de 11 mg x (13/9) = 16 mg/j

Tableau 2 : liste des contraintes relatives à l'apport en énergie et en nutriments

Nutriment (unité)	Hommes		Femmes	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Apport énergétique total (AET) (kcal/j)	2470	2730	1995	2205
Sodium (mg/j)		2300		2300
Calcium (mg/j)	1000	2500	1000	2500
Fer (mg/j)	16		16	
Iode (µg/j)	150	600	150	600
Magnésium (mg/j) ²	225,25		156,10	
Rapport Potassium/sodium	1,69		1,69	
Zinc (mg/j)	14	25	11	25
Sélénium (µg/j)	70	255	70	255
Phosphore (mg/j)	550		550	
Manganèse (mg/j)		8		8
Cuivre (mg/j) ²	0,88	5	0,67	5
Eau (g/j)	2500		2000	
Vitamine A (µg/j)	750	3000	650	3000
Vitamine B1 (mg/kcal/j)	0,000418		0,000418	
Vitamine B2 (mg/j)	1,6		1,6	
Vitamine B3 (mg/kcal/j)	0,0067		0,0067	
Vitamine B5 (mg/j) ²	3,27		2,62	
Vitamine B6 (mg/j)	1,7	25	1,6	25
Vitamine B9 (µg/j)	330		330	
Vitamine B12 (µg/j)	4		4	
Vitamine C (mg/j)	110		110	
Vitamine D (µg/j)	15	100	15	100
Vitamine E (mg/j) ²	4,25		3,73	
Vitamine K1 (µg/j) ²	19,70		16,36	
Acide α-linolénique (% AET)	1		1	
Acide linoléique (% AET)	4		4	
EPA+DHA (mg/j)	500		500	
AGS C12+C14+C16 (% AET)		8		8
AGS (% AET)		12		12
Sucres totaux hors lactose (g/j)		100		100
Fibres (g/j)	30		30	
Protéines (% AET)		20		20
Protéines (g/j) ¹	58		46,5	

¹ valeurs fondées sur un poids médian de 70 kg pour les hommes et 56 kg pour les femmes (des individus de NutriNet-Santé inclus dans ce travail d'optimisation)

²limite minimale fondée sur le p5 de la distribution des apports dans la population Inca 3

■ Paramètres liés à l'exposition aux contaminants

■ *Contraintes d'exposition maximale*

Pour les substances pour lesquelles une VTR à seuil (de type dose journalière admissible) a été retenue, cette valeur de référence est utilisée comme contrainte maximale dans la méthode d'optimisation. L'exposition des régimes optimisés peut être comparée directement à la valeur de référence.

Pour les substances pour lesquelles une BMDL a été retenue, la médiane de l'exposition de la population générale estimée à partir des données de l'EAT2 a été utilisée par défaut comme valeur maximale à ne pas dépasser. Dans la mesure où, pour ces substances, un seuil ne peut pas être retenu, il a été choisi de faire en sorte que les expositions des régimes optimisés restent inférieures à l'exposition médiane de la population générale.

Enfin, pour quelques contaminants, aucune valeur maximale n'a été retenue comme contrainte pour l'optimisation : il s'agit des contaminants pour lesquels aucune instance n'a proposé de valeur de référence, ou pour lesquels la ou les valeurs de références existantes n'ont pas été jugées suffisamment robustes. C'est le cas notamment de certains hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

Les contraintes liées à l'exposition aux contaminants sont présentées en annexe 3.

■ *Critères liés aux expositions*

Un premier critère de l'optimisation est la minimisation de l'exposition totale aux contaminants considérés, induite par les consommations optimisées.

Par ailleurs, étant donné le grand nombre de contraintes d'exposition maximale à prendre en compte, il est possible qu'aucune solution ne permette de respecter toutes ces contraintes. Dans ce cas, la méthode utilisée par l'Anses conduit à introduire une flexibilité pour les contraintes choisies. Ainsi, la contrainte est levée, mais l'écart à cette valeur cible sera minimisée grâce à un second critère dans la fonction « objectif ».

■ Récapitulatif des paramètres d'optimisation

Telle que paramétrée, la méthode permet donc d'identifier des régimes optimisés décrits par les aliments consommés (variables d'état) par des végétariens et répartis en 40 groupes pour les lacto-ovovégétariens et 33 groupes pour les végétaliens, tout en satisfaisant les contraintes définies et répondant de manière optimale aux critères qui sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau 3 : tableau récapitulatif des paramètres d'optimisation

Paramètres	Contraintes	Critères
Apports en nutriments	Apport minimal (27 contraintes) Apport maximal (15 contraintes)	Minimiser l'écart aux contraintes nutritionnelles rendues flexibles
Consommations	Bornes inférieures (26 contraintes pour les LOVG, 23 pour les végétaliens) Bornes supérieures (26 contraintes pour les LOVG, 23 pour les végétaliens)	Minimiser l'écart à la consommation observée (28 (pour les LOVG) ou 21 (pour les végétaliens) groupes et sous-groupes) Maximiser la consommation (11 groupes et sous-groupes) Minimiser la consommation (1 groupe)
Expositions aux contaminants	Expositions maximales (56 contraintes)	Minimiser le dépassement de l'exposition maximale des contaminants dont la contrainte a été rendue flexible Minimiser l'exposition totale aux contaminants

3.3. Résultats de l'optimisation

3.3.1. Régimes lacto-ovovégétariens

Au même titre que cela avait été fait pour la population générale, le GT a testé deux scénarios, l'un prenant en compte les habitudes alimentaires, les contraintes et critères liés aux nutriments et les critères épidémiologiques (scénario « nut »), l'autre intégrant, en plus, les contraintes et critères liés aux contaminants (scénario « conta-nut »).

3.3.1.1. Paramétrage du scénario « nut »

Aucune solution n'a pu être obtenue sans relâchement de contrainte. Le GT a donc cherché les nutriments pour lesquels la contrainte nécessite de la flexibilité pour obtenir une solution. Pour rappel, dans la population générale, aucune solution n'avait été trouvée sans lever la contrainte nutritionnelle sur la vitamine D. En outre, les régimes végétariens excluent le poisson, principal contributeur à l'apport en acide eicosapentaénoïque (EPA) et acide docosahexaénoïque (DHA). Le GT a donc ajouté en premier lieu de la flexibilité pour les contraintes liées à la limite inférieure d'apport pour l'apport en EPA+DHA et en vitamine D. Aucune solution n'a été obtenue en relâchant seulement l'une ou l'autre des contraintes pour ces nutriments et une solution a été obtenue avec l'ajout de flexibilité sur ces deux paramètres simultanément. Ce dernier paramétrage est conservé comme base pour la suite, c'est-à-dire pour les autres scénarios et les autres populations.

3.3.1.2. Paramétrage du scénario « conta-nut »

Avec le même paramétrage que celui du scénario « nut » (flexibilité sur les contraintes d'apport en EPA + DHA et en vitamine D), aucune solution n'a été obtenue avec le scénario « conta-nut ». Le GT a donc cherché les contaminants dont la contrainte nécessitait un relâchement. Le GT a réalisé un test en ajoutant de la flexibilité sur toutes les contraintes toxicologiques. Ce test a permis d'identifier les contaminants présentant les plus forts pourcentages de dépassements des contraintes. Le GT a ensuite ajouté de la flexibilité sur ces contaminants, un par un par ordre décroissant de dépassement des valeurs maximales.

La première solution a été obtenue, chez les hommes et les femmes, en rendant flexible les contraintes sur les contaminants suivants : la dieldrine, l'heptachlore, le lindane, le chrome VI, la somme de quatre hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP4), les isoflavones, l'ochratoxine A, les composés polybromés (neuf contraintes), l'acide perfluorodécanoïque, le plomb, les aflatoxines, les mycotoxines T2, HT2 et diacétoxyscirpénol, la zéaralénone et ses métabolites.

Le Tableau 4 présente les résultats obtenus pour ces deux scénarios, « nut » et « conta-nut », chez les hommes et chez les femmes lacto-ovovégétariens. Le tableau 5 présente les niveaux d'apports en nutriments rendus flexibles dans chacun des scénarios. L'annexe 4 présente les variations d'exposition aux contaminants dont la contrainte a été rendue flexible entre le scénario « nut » et le scénario « conta-nut ».

Tableau 4 : quantités d'aliments tels que consommés (g/j) des régimes lacto-ovovégétariens optimisés

Groupes et sous-groupes d'aliments	Hommes		Femmes	
	scénario nut	scénario conta-nut	scénario nut	scénario conta-nut
Légumes	1017	403	867	257
Légumes secs	288	120	133	68
Fruits frais	146	228	60	60
Fruits transformés	79	0	0	0
Fruits secs	16	0	31	0
Féculents et céréales sources de fibres	42	171	0	55
Autres féculents et céréales	202	70	36	36
Pains sources fibres	21	21	21	21
Autres pains	0	0	0	0
Œufs	12	32	12	36
Beurres	6	0	0	0
Huiles végétales riches en ALA	13	20	16	17
Autres huiles végétales et margarines	11	11	8	8
Oléagineux	0	0	0	0
Laits	623	384	628	511
PLF sucrés et boissons lactées sucrées	24	0	10	0
PLF nature	256	0	232	0
Desserts lactés sucrés	12	0	13	2
Fromages	32	64	0	25
Produits sucrés ou sucrés et gras	33	33	29	29
Produits salés à base d'amidon	0	0	0	0
Eaux	1367	2182	1357	2098
Boissons avec sucres ajoutés	0	0	0	0
Jus fruits smoothies nectars de fruits	0	14	56	157
Sels	0,9	0,3	1,2	0,8

Groupes et sous-groupes d'aliments	Hommes		Femmes	
	scénario nut	scénario conta-nut	scénario nut	scénario conta-nut
Sauces et condiments	13	13	12	12
Analogues des viandes vecteurs protéines	42	110	127	93
Analogues des viandes non vecteurs protéines	14	0	18	0
Boissons végétales non sucrées non enrichies Ca	0	0	8	0
Boissons végétales non sucrées enrichies Ca	0	0	82	0
Boissons végétales sucrées non enrichies Ca	0	0	0	0
Boissons végétales sucrées enrichies Ca	0	0	0	0
Analogues PLF non sucrés non enrichis Ca	25	25	28	0
Analogues PLF non sucrés enrichis Ca	58	350	52	327
Analogues PLF sucrés non enrichis Ca	6	0	4,9	0
Analogues PLF sucrés enrichis Ca	6	0	5	5
Analogues des fromages	6	0	4	0
Levure de bière et autres	2,5	7,2	2,7	9
Produits sucrés à base d'amidon (non enrichis)	35	26	31	83
Produits sucrés à base d'amidon (enrichis)	32	138	52	90

En jaune : diminutions >10 % entre le scénario « nut » et le scénario « conta-nut »

En bleu : augmentations >10 % entre le scénario « nut » et le scénario « conta-nut »

Tableau 5 : apports en vitamine D et en EPA+DHA des régimes LOVG optimisés

	Hommes		Femmes	
	Scénario « nut »	Scénario « conta-nut »	Scénario « nut »	Scénario « conta-nut »
Vitamine D, µg (% RNP ¹)	3,7 (25 %)	2,8 (18 %)	2,9 (26 %)	2,7 (18 %)
EPA+DHA, mg (% RNP ¹)	108 (22 %)	124 (25 %)	118 (24 %)	129 (26 %)

¹ références nutritionnelles pour la population

Lorsque les contaminants sont pris en compte, les quantités d'aliments proposées varient, certaines à la hausse (notamment les féculents et céréales sources de fibres, les analogues de produits laitiers frais non sucrés enrichis en calcium, les œufs, le fromage et, chez les hommes, les analogues des viandes vecteurs de protéines), d'autres à la baisse (notamment les légumes, légumes secs, produits laitiers frais naturels).

Lorsque les contraintes et critères liés aux contaminants sont pris en compte, dans le scénario « conta-nut », comme attendu, les expositions diminuent. Par rapport au scénario « nut », le scénario « conta-nut » permet de satisfaire cinq contraintes liées aux expositions supplémentaires chez les hommes, sept chez les femmes (Annexe 4).

Pour les 21 substances pour lesquelles la contrainte a été rendue flexible, l'exposition est globalement diminuée par rapport au scénario « nut », à l'exception des isoflavones chez les hommes. L'augmentation de l'exposition aux isoflavones chez les hommes s'explique par l'augmentation de la quantité des analogues de viandes vecteurs de protéines.

Il est à noter que, quel que soit le scénario, les quantités optimales de lait sont assez élevées (384 g/j pour les hommes, 511 g/j pour les femmes), ce qui est dû au fait que la borne

supérieure de lait est couplée à celle de l'ensemble des boissons végétales. Dans la mesure où ces quantités s'éloignent beaucoup des niveaux de consommation observés dans l'étude NutriNet-Santé (en moyenne), le GT a souhaité considérer un profil de végétarien limitant ses consommations de lait et de produits laitiers, sans pour autant s'apparenter à un régime ovovégétarien.

3.3.2. Régimes lacto-ovovégétariens limitant la consommation de lait et de produits laitiers

Pour modéliser les consommations de ce profil de consommateurs, le GT a modifié les paramètres de telle sorte que la consommation de lait et de produits laitiers soit limitée au p90 des consommations observées pour chacun de ces groupes, tout en maintenant les bornes « couplantes » pour les autres groupes de la borne « couplante ».

Comme précédemment, le GT a également testé deux scénarios, l'un prenant en compte les habitudes alimentaires et les contraintes et critères liés aux nutriments (scénario « nut »), l'autre intégrant en plus les contraintes et critères liés aux contaminants (scénario « conta-nut »).

3.3.2.1. Paramétrage du scénario « nut »

L'ajout de flexibilité sur les contraintes liées aux bornes inférieures pour l'EPA+DHA et la vitamine D n'a pas permis d'obtenir une solution. Le GT a donc cherché les nutriments bloquants en relâchant les contraintes de tous les nutriments et en identifiant les nutriments dont les apports sont les plus éloignés de la référence nutritionnelle. En ajoutant de la flexibilité sur la contrainte pour la vitamine B12, une solution a été obtenue.

3.3.2.2. Paramétrage du scénario « conta-nut »

Avec le paramétrage du scénario « nut » (flexibilité sur les contraintes liées aux bornes inférieures pour l'EPA+DHA et les vitamines D et B12), aucune solution n'a été obtenue pour le scénario « conta-nut ». La même démarche que dans le cas du régime lacto-ovovégétarien a été utilisée pour identifier les contaminants nécessitant un relâchement pour aboutir à une solution. La première solution a été obtenue, chez les hommes et les femmes, en rendant flexibles les mêmes contraintes liées aux contaminants que pour les hommes et femmes LOVG : la dieldrine, l'heptachlore, le lindane, le chrome VI, la somme de quatre hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP4), les isoflavones, l'ochratoxine A, les composés polybromés, l'acide perfluorodécanoïque, le plomb, les aflatoxines, les mycotoxines T2, HT2 et diacétoxycirpénol, la zéaralénone et ses métabolites.

Le Tableau 6 présente les résultats obtenus pour ces deux scénarios, chez les hommes et chez les femmes lacto-ovovégétariens souhaitant limiter leur consommation de lait et de produits laitiers. Le tableau 7 présente les niveaux d'apports en nutriments dont la contrainte inférieure a été rendue flexible dans chacun des scénarios. L'annexe 4 présente les variations d'exposition aux contaminants dont la contrainte a été rendue flexible entre le scénario « nut » et le scénario « conta-nut ».

Tableau 6 : quantités d'aliments tels que consommés (g/j) des régimes optimisés pour les LOVG limitant la consommation de lait et de produits laitiers

Groupes et sous-groupes d'aliments	Hommes		Femmes	
	Scénario « nut »	Scénario « conta-nut »	Scénario « nut »	Scénario « conta-nut »
Légumes	1181	855	867	807
Légumes secs	288	82	133	36
Fruits frais	146	146	60	60
Fruits transformés	0	0	0	0
Fruits secs	0	0	31	0
Féculeux et céréales sources de fibres	89	103	188	92
Autres féculents et céréales	123	50	36	36
Pains sources fibres	21	21	21	21
Autres pains	0	0	0	0
Œufs	12	32	12	36
Beurres	6	0	6	0
Huiles végétales ALA	27	39	13	26
Autres huiles végétales et margarines	11	11	8	8
Oléagineux	55	77	0	57
Laits	21	0	26	0
PLF sucrés et boissons lactées sucrées	24	0	10	0
PLF natures	32	0	91	0
Desserts lactés sucrés	12	0	13	0
Fromages	55	73	31	51
Produits sucrés ou sucrés et gras	33	33	29	29
Produits salés à base d'amidon	0	0	0	0
Eaux	1367	2422	1357	2299
Boissons avec sucres ajoutés	0	0	0	0
Jus fruits smoothies nectars de fruits	0	0	132	29
Sels	1,3	1,1	1,2	1,1
Sauces et condiments	13	13	34	12
Analogues des viandes vecteurs protéines	42	110	43	0
Analogues des viandes non vecteurs protéines	14	0	18	0
Boissons végétales non sucrées non enrichies Ca	49	0	61	0
Boissons végétales non sucrées enrichies Ca	84	0	82	0
Boissons végétales sucrées non enrichies Ca	36	0	0	0
Boissons végétales sucrées enrichies Ca	36	0	0	0
Analogues des PLF non sucrés non enrichis Ca	25	25	28	0
Analogues des PLF non sucrés enrichis Ca	58	350	52	332
Analogues des PLF sucrés non enrichis Ca	6	0	5	0

Groupes et sous-groupes d'aliments	Hommes		Femmes	
	Scénario « nut »	Scénario « conta-nut »	Scénario « nut »	Scénario « conta-nut »
Analogues des PLF sucrés enrichis Ca	6	0	5	0
Analogues des fromages	6	0	4	0
Levure de bière et autres	7,2	7,2	9	9
Produits sucrés à base d'amidon (non enrichis)	30	0	31	16
Produits sucrés à base d'amidon (enrichis)	0	66	37	90

En jaune : diminutions >10 % entre le scénario « nut » et le scénario « conta-nut »

En bleu : augmentations >10 % entre le scénario « nut » et le scénario « conta-nut »

Tableau 7 : apports en vitamine D, B12 et en EPA+DHA des régimes optimisés pour les LOVG limitant la consommation de lait et de produits laitiers

	Hommes		Femmes	
	Scénario « nut »	Scénario « conta-nut »	Scénario « nut »	Scénario « conta-nut »
Vitamine D, µg (% RNP)	1,8 (12 %)	1,76 (12 %)	2,12 (14 %)	1,67 (11 %)
Vitamine B12, µg (% RNP)	1,5 (38 %)	2 (50 %)	1,6 (40 %)	1,9 (47 %)
EPA+DHA, mg (% RNP)	57 (11 %)	84 (17 %)	19 (12 %)	71,8 (14 %)

Lorsque les contaminants sont pris en compte, les quantités d'aliments proposées varient, certaines à la hausse (notamment pour les analogues des produits laitiers frais non sucrés enrichis en calcium, le fromage, les œufs et les eaux), d'autres à la baisse (notamment pour le lait, les produits laitiers frais naturels et les légumes secs).

Lorsque les contraintes et critères liés aux contaminants sont pris en compte, dans le scénario « conta-nut », comme attendu, les expositions diminuent. Par rapport au scénario « nut », le scénario « conta-nut » permet de satisfaire trois contraintes liées aux expositions supplémentaires chez les hommes et chez les femmes (Annexe 4).

Pour les 21 substances pour lesquelles la contrainte a été levée, l'exposition est globalement diminuée, à l'exception des isoflavones chez les hommes. L'augmentation de l'exposition aux isoflavones chez les hommes s'explique par l'augmentation de la quantité des analogues de viandes vecteurs de protéines.

3.3.3. Régime végétalien

Le GT a également testé deux scénarios, l'un prenant en compte les habitudes alimentaires et les contraintes aux nutriments (scénario « nut »), l'autre intégrant, en plus, les contraintes et critères liés aux contaminants (scénario « conta-nut »).

3.3.3.1. Paramétrage du scénario « nut »

L'ajout de flexibilité sur la contrainte liée à la borne inférieure pour l'EPA+DHA et les vitamines D et B12 a permis d'obtenir une solution pour les femmes, mais pas pour les hommes. Le GT a donc cherché les nutriments bloquants en relâchant la contrainte inférieure pour tous les

nutriments et en identifiant les nutriments dont les apports sont les plus éloignés de la référence nutritionnelle. En ajoutant de la flexibilité pour la borne inférieure du zinc, une solution a été obtenue chez les hommes.

3.3.3.2. Paramétrage du scénario « conta-nut »

Avec le paramétrage du scénario « nut », aucune solution n'a été obtenue pour le scénario « conta-nut ». La même démarche que précédemment a été utilisée pour identifier les contaminants dont la contrainte nécessite un relâchement pour aboutir à une solution. La première solution a été obtenue, chez les hommes et les femmes, en rendant flexibles les mêmes contraintes liées aux contaminants que pour les LOVG : la dieldrine l'heptachlore, le lindane, le chrome VI, la somme de quatre hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP4), les isoflavones, l'ochratoxine A, les composés polybromés (neuf contraintes), l'acide perfluorodécanoïque, le plomb, les aflatoxines, les mycotoxines T2, HT2 et diacétoxyscirpénol, la zéaralénone et ses métabolites.

Le Tableau 8 présente les résultats obtenus pour ces deux scénarios, chez les femmes et les hommes végétaliens. Le tableau 9 présente les niveaux d'apports en nutriments rendus flexibles dans chacun des scénarios. L'annexe 4 présente les variations d'exposition aux contaminants dont la contrainte a été rendue flexible entre le scénario « nut » et le scénario « conta-nut ».

Tableau 8 : quantités d'aliments (g/j) des régimes végétaliens optimisés

Groupes et sous-groupes d'aliments	Hommes		Femmes	
	Scénario « nut »	Scénario « conta-nut »	Scénario « nut »	Scénario « conta-nut »
Légumes	547	547	1192	483
Légumes secs	210	43	197	197
Fruits frais	263	263	90	90
Fruits transformés	0	0	76	0
Fruits secs	0	0	0	0
Féculents et céréales sources de fibres	71	71	0	117
Autres féculents et céréales	98	98	51	154
Pains sources de fibres	43	43	0	0
Autres pains	0	0	0	0
Huiles végétales ALA	43	16	27	10
Autres huiles végétales et margarines	15	15	15	15
Oléagineux	21	62	13	46
Produits sucrés ou sucres et gras	55	55	14	14
Produits salés à base d'amidon	0	0	0	0
Eaux	1363	1283	1407	886
Boissons avec sucres ajoutés	0	0	0	0
Jus de fruits, smoothies et nectars de fruits	0,7	0,7	156	53
Sels	0,9	1,4	1,4	2,5
Sauces et condiments	51	51	46	22

Groupes et sous-groupes d'aliments	Hommes		Femmes	
	Scénario « nut »	Scénario « conta-nut »	Scénario « nut »	Scénario « conta-nut »
Analogues des viandes vecteurs protéines	19	19	68	0
Analogues des viandes non vecteurs protéines	22	0	18	0
Boissons végétales non sucrées non enrichies Ca	121	0	53	0
Boissons végétales non sucrées enrichies Ca	55	0	105	0
Boissons végétales sucrées non enrichies Ca	0	0	55	0
Boissons végétales sucrées enrichies Ca	0	0	55	0
Analogues des PLF non sucrés non enrichis Ca	31	106	45	0
Analogues des PLF non sucrés enrichis Ca	82	170	71	0
Analogues des PLF sucrés non enrichis Ca	3,8	11	5,2	5,2
Analogues des PLF sucrés enrichis Ca	3,8	3,8	5,2	248
Analogues des fromages	17	0	11	0
Levure de bière et autres	7,2	7,2	26	26
Produits sucrés à base d'amidon (non enrichis)	34	21	25	76
Produits sucrés à base d'amidon (enrichis)	120	138	46	47

En jaune : diminutions >10 % entre le scénario « nut » et le scénario « conta-nut »

En bleu : augmentations >10 % entre le scénario « nut » et le scénario « conta-nut »

Tableau 9 : apports en vitamine D, B12, en zinc et en EPA+DHA des régimes optimisés pour les végétaliens

	Hommes		Femmes	
	Scénario « nut »	Scénario « conta-nut »	Scénario « nut »	Scénario « conta-nut »
Vitamine D, µg (% AS)	1,5 (10 %)	1,2 (9 %)	1,5 (10 %)	0,74 (5 %)
Vitamine B12, µg (% AS)	1,3 (33 %)	1,32 (33 %)	0,9 (22 %)	1,3 (32 %)
EPA+DHA, mg (% AS)	46 (9 %)	50 (10 %)	53 (11 %)	38,6 (8 %)
Zinc, mg (% RNP)	10,5 (75 %)	10,2 (73 %)	11 (100 %)	11 (100 %)

Lorsque les contaminants sont pris en compte, les quantités d'aliments proposées varient de façon différente chez les hommes et chez femmes, et davantage chez les femmes. Chez les hommes, les quantités d'analogues de produits laitiers frais et d'oléagineux augmentent tandis que les quantités de légumes secs et de boissons végétales diminuent. Chez les femmes, les quantités de féculents, d'oléagineux et d'analogues de produits laitiers frais sucrés enrichis en calcium augmentent, tandis que les quantités de fruits et légumes, de boissons végétales et d'analogues de viandes diminuent. A noter que les niveaux de contamination des analogues de produits laitiers frais sucrés enrichis en calcium n'ont pas été pris en compte par manque de données.

Lorsque les contraintes et critères liés aux contaminants sont pris en comptes, dans le scénario « conta-nut », comme attendu, les expositions diminuent. Par rapport au scénario

« nut », le scénario « conta-nut » permet de satisfaire sept contraintes liées aux expositions supplémentaires chez les femmes, mais aucune chez les hommes (Annexe 4).

Pour les 21 substances pour lesquelles la contrainte a été levée, l'exposition est globalement diminuée.

3.4. Synthèse des résultats

Le GT a décidé de fonder les repères alimentaires pour les végétariens sur les résultats du scénario « conta-nut », car ce scénario permet de réduire l'exposition aux contaminants. Le GT a synthétisé les résultats chez les hommes et chez les femmes pour chacun des régimes lacto-ovovégétarien (en moyennant les quantités optimales obtenues et en signalant les spécificités liées à une réduction des consommations de lait et de produits laitiers frais) et végétalien.

3.4.1. Régimes lacto-ovovégétariens

Les quantités optimales de légumes et fruits s'élèvent à environ 700 g/j en moyenne. Les légumes apportent des fibres, des vitamines A, C, K1, B9, et du potassium. Parmi les lacto-ovovégétariens, ceux qui limitent leur consommation de lait et de produits laitiers frais, ont un apport plus faible en vitamine B2, ainsi, les légumes sont d'autant plus importants car ils sont de forts contributeurs aux apports en vitamine B2 (20 %).

Les quantités optimales de légumes secs s'élèvent à environ 75 g/j en moyenne. Les légumes secs sont de forts contributeurs aux apports en fibres, protéines et vitamine B9.

Les quantités optimales de féculents et pains s'élèvent à environ 170 g/j en moyenne dont au moins 120 g complets ou « source de fibres ». Ils contribuent aux apports en magnésium, manganèse, zinc, et vitamine B1.

Le groupe des oléagineux est important pour les lacto-ovovégétariens qui limitent leur consommation de lait et de produits laitiers frais car ils permettent de contribuer aux apports en vitamine B2, et en calcium, avec une quantité optimale de 65 g/j.

Les quantités optimales d'huile sont de 35 g/j dont au moins 25 g/j en moyenne d'huile riche en acide alpha-linolénique (colza, noix, soja, lin). Outre leur apport en acide alpha-linolénique, ces huiles contribuent fortement aux apports en vitamine E.

La quantité optimale de lait est de 450 mL/j en moyenne. Le lait contribue aux apports de calcium et phosphore, EPA+DHA, d'iode, de vitamine B12, B2, D, et de zinc.

Au-delà d'atteindre les références nutritionnelles, ces quantités en fruits, légumes, légumes secs, produits laitiers frais, produits céréaliers complets, huiles riches en acide alpha-linolénique, et oléagineux permettent d'atteindre les objectifs de moindre risque de maladies chroniques non transmissibles.

La quantité optimale d'œufs est de 30 g/j en moyenne. Ces aliments permettent d'apporter de l'EPA+DHA et de la vitamine D chez tous les lacto-ovovégétariens même si les références nutritionnelles ne sont pas atteintes.

La quantité de fromage dans les régimes optimisés est de 50 g/j en moyenne. Le groupe des fromages est un fort contributeur aux apports en calcium, iode, vitamine B12, B2 et zinc. Il est néanmoins également fort contributeur aux apports en acides gras saturés et en sel.

La quantité optimale d'analogues de produits laitiers frais est de 350 g/j en moyenne en privilégiant les versions non sucrées et enrichies en calcium. Ces derniers contribuent aux apports en calcium, en iode et en sélénium.

La quantité optimale d'analogues de viande vecteurs de protéines est de 100 g/j en moyenne. Ce groupe est un contributeur aux apports en protéines, fer et zinc.

La quantité optimale du groupe contenant le germe de blé, la levure alimentaire en paillettes et la pâte à tartiner à base d'extrait de levure type Marmite® est d'environ 10 g/j. Ce groupe très dense nutritionnellement s'avère être un fort contributeur aux apports en vitamines B1, B3, B9 et en zinc.

Il est à noter que dans le groupe des produits sucrés à base d'amidon, les produits enrichis sont de forts contributeurs aux apports en fer, vitamines B1, B2, B3, B5, B6, B9, B12, D, E. Néanmoins, ce groupe est également un fort contributeur aux apports en sodium et sucres totaux.

3.4.2. Régime végétalien

Les quantités optimales de légumes et fruits s'élèvent à environ 700 g/j en moyenne. Ce groupe alimentaire est contributeur aux apports en fibres, calcium, magnésium, potassium et bêta-carotène, B2, B5, B6, B9, C et K1.

La quantité optimale de légumes secs s'élève à environ 120 g/j en moyenne. Les légumes secs sont de forts contributeurs aux apports en fibres, protéines, phosphore, fer, zinc et vitamine B9.

Les quantités optimales de féculents et pains s'élèvent à environ 250 g/j en moyenne dont au moins 120 g complets ou « source de fibres ». Ils contribuent aux apports en magnésium et zinc.

La quantité optimale d'oléagineux s'élève à environ à 50 g/j en moyenne. Ils contribuent aux apports en magnésium, protéines, vitamines B1, E et zinc.

Les quantités optimales d'huile sont de 30 g/j dont au moins la moitié d'huile riche en acide alpha-linolénique (colza, noix, soja, lin). Outre leur apport en acide alpha-linolénique, ces huiles contribuent fortement aux apports en vitamine E.

La quantité optimale d'analogues de produits laitiers frais est de 270 g/j en moyenne en privilégiant les versions enrichies en calcium. Ces dernières sont des forts contributeurs aux apports en calcium, en iode, sélénium.

La quantité optimale du groupe levures et autres est d'environ 15 g/j en moyenne. Ce groupe est un fort contributeur aux apports en vitamines B1, B2, B12, B3, B9 et en zinc.

Il est à noter que dans le groupe des produits sucrés à base d'amidon, les produits enrichis contribuent aux apports en calcium, fer, vitamines B1, B2, B3, B5, B6, B9, B12, D, E et zinc. Néanmoins, ce groupe est également un fort contributeur aux apports en sodium et sucres totaux.

Tableau 10 : synthèse des repères alimentaires pour les régimes lacto-ovovégétariens et végétaliens

Groupes alimentaires	Lacto-ovovégétariens	Végétaliens
Légumes et fruits	700 g/j	700 g/j
Légumes secs	75 g/j	120 g/j
Féculents et pains	170 g/j dont au moins 120 g/j complets et source de fibres	250 g/j dont au moins 120 g/j complets ou source de fibres
Oléagineux	65 g/j	50 g/j
Huile	35 g/j dont au moins 25 g/j d'huile riche en acide alpha-linolénique	30 g/j dont au moins la moitié d'huile riche en acide alpha-linolénique
Lait	450 ml/j (ou 0 ml/j si souhait de limiter cette consommation)	
Œufs	30 g/j	
Fromage	50 g/j	
Analogues de produits laitiers frais	350 g/j	270 g/j
Analogues de viande vecteur de protéines	100 g/j	0 g/j
Levure de bière et autres	10 g/j	15 g/j

3.5. Analyses des incertitudes

Tableau 11 : analyse des incertitudes identifiées

Sources d'incertitude					
Volet de l'expertise	Origine (niveau 1)	Origine (niveau 2)	Description	Prise en compte	Conséquence sur le résultat de l'expertise
Planification	Contexte (questions posées)	Révision du périmètre de l'expertise	Absence de données de consommation chez les enfants, végétariens femmes enceintes ou allaitantes, personnes âgées, populations physiquement très actives	Restriction du périmètre de l'expertise à l'adulte	Les repères ne peuvent être appliqués aux enfants, femmes enceintes ou allaitantes, personnes âgées, populations physiquement très actives
Caractérisation du danger	Méthode	Sélection des données d'entrée	Absence de références nutritionnelles spécifiques aux populations végétariennes	Prise en compte des taux d'absorption et calcul d'une référence nutritionnelle pour le fer, adaptée aux régimes végétalisés Utilisation d'une valeur de référence nutritionnelle pour le zinc adaptée aux régimes végétalisés	Les régimes optimisés sont adaptés à la couverture des besoins spécifiques des végétariens

Caractérisation du danger	Méthode	Sélection des données d'entrée	Absence des données de variation de biodisponibilité de certains nutriments dans les aliments, par exemple la vitamine B12 est susceptible d'être peu biodisponible dans l'œuf et la biodisponibilité du calcium est minorée en présence de phytates et d'oxalates	Non prise en compte	Surestimation de la contribution du régime à l'atteinte des références nutritionnelles en vitamine B12 et en calcium
Caractérisation de l'exposition	Méthode	Sélection des données d'entrée	Seule une étude dispose d'un effectif suffisant de végétariens disponible en France	Non prise en compte	Les données de consommations utilisées n'ont pas pu être comparées à celles d'une autre étude
Caractérisation de l'exposition	Méthode	Quantité et qualité des données d'entrée	Données issues d'une cohorte de volontaires datant de 2009 à 2010	Non prise en compte	Repères quantifiés à partir des habitudes de consommation d'une partie des végétariens français, dont la représentativité n'est pas assurée notamment eu égard à son ancienneté
Caractérisation de l'exposition	Méthode	Quantité et qualité des données d'entrée	Les données d'occurrence des substances soumises à autorisation d'usage n'ont pas été actualisées depuis l'EAT 2	Non prise en compte	Absence de caractérisation de l'exposition à ces substances dans les régimes optimisés

Caractérisation de l'exposition	Méthode	Quantité et qualité des données d'entrée	Les données de contamination de l'EAT 2 sont anciennes	Non prise en compte	Risque d'erreur d'estimation de l'exposition à certains contaminants
Caractérisation de l'exposition	Méthode	Quantité et qualité des données d'entrée	Absence de données sur la composition et la contamination des aliments en fonction des modes de production et évolution des consommations (consommation élevée d'aliments issus de l'agriculture biologique chez les végétariens)	Non prise en compte	Risque d'erreur d'estimation de l'exposition à certains contaminants
Caractérisation de l'exposition	Méthode	Quantité et qualité des données d'entrée	Absence de données de contamination dans les analogues de produits laitiers frais sucrés et « levure et autres »	Non prise en compte	Quantités optimales proposées par l'outil d'optimisation pour ces aliments non influencées par leur contamination
Caractérisation de l'exposition	Méthode	Quantité et qualité des données d'entrée	Absence de données de composition sur la choline	Non prise en compte	Les repères proposés ne garantissent pas l'atteinte de l'apport satisfaisant en choline
Caractérisation de l'exposition	Méthode	Quantité et qualité des données d'entrée	Absence d'un groupe d'aliments « algues » en raison de l'insuffisance des données de composition (manque de fiabilité des données pour la vitamine B12 et variabilité des teneurs en iode) et de consommation	Non prise en compte	Non prise en compte des apports en nutriments pouvant provenir de ces groupes d'aliments et sous-estimation de l'exposition pour certains contaminants chimiques

			Absence d'un groupe d'aliments « épices et aromates »		
Caractérisation de l'exposition	Méthode	Exploitation des données d'entrée	Effectif limité des hommes végétaliens dans la population de l'étude utilisée	Extrapolation des habitudes de consommation des hommes lacto-ovovégétariens - dont l'effectif était plus élevé - à la population végétalienne	Non estimable
Caractérisation de l'exposition	Méthode	Exploitation des données d'entrée	Pour les données de composition nutritionnelle dans le cas de données censurées de type inférieur à une limite de quantification, la teneur réelle se situe entre 0 et la limite de quantification	Les valeurs de composition nutritionnelle de type <i>middle bound</i> (limite de quantification/2) ont été exploitées	Pour les nutriments pour lesquels il existe un fort taux de censure (en particulier cuivre, sélénium, iode) les teneurs peuvent être sur- ou sous-estimées

3.6. Conclusions du CES Nutrition humaine

Ce travail a permis d'établir les premiers repères de consommation alimentaire pour des populations de végétariens adultes vivant en France. Ces repères intègrent l'ensemble des données nutritionnelles (relatives aux nutriments et groupes d'aliments), des données de contamination et des données relatives aux habitudes alimentaires disponibles en France à ce jour. Les régimes optimisés servent à décrire de grandes tendances, sur les niveaux de consommation optimaux pour maintenir des apports nutritionnels adéquats et la santé des adultes. Par construction, ces repères sont destinés aux populations qui suivent déjà un régime végétarien⁶. Ils sont néanmoins également adaptés à ceux qui souhaiteraient l'adopter.

Pour les légumes et fruits, le repère s'élève à environ 700 g/j pour les lacto-ovovégétariens et végétaliens. Pour les légumes secs, les repères s'élèvent à 75 g/j pour les lacto-ovovégétariens et 120 g pour les végétaliens. Pour les féculents et pains les repères s'élèvent à 170 g/j pour les lacto-ovovégétariens et 250 g/j pour les végétaliens, dont plus de la moitié doit être apportée par des aliments complets ou sources de fibres. Les oléagineux doivent être présents à hauteur de 50 g/j dans les régimes végétariens qui ne contiennent que peu de lait et de produits laitiers frais et dans les régimes végétaliens. Les repères pour les huiles sont environ de 30 g/j, dont la moitié sont des huiles riches en acide alpha-linolénique (colza, noix, soja, lin). Les repères pour les analogues de produits laitiers frais sont d'environ 300 g/j, en privilégiant les versions enrichies en vitamines et minéraux. Les repères pour le groupe qui contient le germe de blé, la levure alimentaire en paillettes et la pâte à tartiner à base d'extrait de levure, sont de 10-15 g/j.

Chez les lacto-ovovégétariens, les repères sont de 30 g/j pour les œufs, de 50 g/j pour le fromage, et de 100 g/j pour les analogues de viande vecteur de protéines. Pour le lait, les repères sont de 450 mL/j et nuls pour les personnes souhaitant en minimiser cette consommation.

Par ailleurs, le travail d'optimisation montre que les produits enrichis en vitamines et minéraux sont des vecteurs d'apports en de nombreux nutriments, et en particulier ceux qui sont limitants dans ces régimes. Le développement de l'offre pourrait faciliter l'atteinte de régimes suffisamment riches en nutriments potentiellement limitants.

La revue systématique réalisée par le GT a mis en évidence un statut en fer, iode, et en vitamines D, B2, B6 et B12 plus faible chez les végétariens comparés aux individus qui consomment de la chair animale. Néanmoins, les régimes optimisés pour les végétariens permettent d'atteindre les références nutritionnelles, à l'exception de quelques nutriments. Pour toutes les populations, il s'agit de la vitamine D (comme pour la population générale) et les acides eicosapentaénoïque et docosahexaénoïque. Il s'agit, en outre, de la vitamine B12 chez les lacto-ovovégétariens qui souhaitent limiter la consommation de lait et de produits laitiers, et chez les végétaliens. Enfin, chez les hommes végétaliens, le régime optimisé ne permet pas de couvrir les besoins en zinc. Ces nutriments doivent donc faire l'objet d'une attention particulière. A l'échelle individuelle, il peut s'agir d'une supplémentation. A l'échelle de l'offre alimentaire ou plus généralement des systèmes de production, il peut s'agir de disposer de davantage d'aliments enrichis, en particulier pour les végétariens.

⁶ ayant un niveau d'activité physique faible à modéré sans régime diététique particulier

En matière d'exposition aux contaminants, les travaux d'optimisation ont mis en avant l'impossibilité de trouver des solutions permettant d'atteindre toutes les références nutritionnelles tout en limitant le risque lié à l'exposition aux contaminants, et en restant dans la gamme des consommations alimentaires observées chez les végétariens. Ainsi, les régimes optimisés proposés ne permettent pas de rester en deçà de l'exposition maximale retenue pour 21 contaminants ou groupes de contaminants. Majoritairement, il s'agit de contaminants d'origine anthropique (par exemple, le lindane ou certains composés polybromés) ou de substances naturelles (par exemple, les mycotoxines) pour lesquels des mesures de gestion sont davantage pertinentes que des arbitrages au niveau des consommateurs. Dans d'autres cas, il s'agit de substances intrinsèques comme pour les isoflavones qui sont essentiellement apportées par les produits à base de soja. Ainsi, les repères établis pour les légumes secs, les boissons végétales et les analogues de viandes et de produits laitiers doivent s'accompagner d'une recommandation de varier les sources végétales.

La méthode employée pour établir ces repères pourra être actualisée en fonction de l'évolution des consommations des populations végétariennes et de l'offre alimentaire et des connaissances relatives aux compositions et aux contaminations des aliments.

En raison de l'absence de données suffisantes, ces repères ne s'appliquent qu'à la population adulte. Il est nécessaire d'acquérir des données de consommation dans d'autres populations de végétariens pour pouvoir établir des repères adaptés (par exemple, les enfants, adolescents, femmes enceintes ou allaitantes, personnes âgées, populations physiquement très actives).

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) endosse les conclusions du CES Nutrition humaine.

Cet avis constitue l'aboutissement d'un travail d'expertise engagé avec une revue systématique portant sur les liens épidémiologiques entre les régimes végétariens et la santé. Ces premiers repères alimentaires français visent à permettre aux végétariens d'atteindre des apports nutritionnels adéquats tout en réduisant leur exposition aux contaminants étudiés.

La revue systématique et l'établissement des repères alimentaires à l'aide d'un outil d'optimisation montrent que le régime lacto-ovovégétarien nécessite une attention particulière sur certains nutriments dont les besoins pourraient ne pas être couverts par le régime : la vitamine D et les acides gras eicosapentaénoïque et docosahexaénoïque, avec un risque de non couverture plus marqué que pour les populations non végétariennes. En outre, les lacto-ovovégétariens souhaitant réduire leurs apports en lait et produits laitiers frais ne pourront couvrir leurs besoins en vitamine B12. A cela s'ajoute, pour le régime végétalien qui exclut l'ensemble des aliments d'origine animale la difficulté à atteindre la référence nutritionnelle en zinc pour les hommes.

S'agissant de l'enrichissement en vitamines et minéraux, des travaux sont en cours au niveau européen. Les repères alimentaires proposés dans le présent avis seront portés à la connaissance du groupe de travail européen traitant des compléments alimentaires et de l'enrichissement des aliments (*Working group on Food Supplements, Addition of Vitamins and Minerals and of Certain Other Substances to Foods*) pour contribuer à la mise en œuvre de mesures de gestion au niveau communautaire.

L'Anses souligne que les repères élaborés dans cette expertise ne sont valables que pour la population générale adulte, hors femmes enceintes ou allaitantes et hors personnes âgées ou populations physiquement très actives, populations qui présentent des besoins particuliers. Ainsi, s'agissant des enfants et des populations adultes non prises en compte dans l'élaboration de ces repères, des travaux spécifiques devront être menés pour déterminer si l'adoption de régimes d'exclusion est compatible avec la couverture de leurs besoins spécifiques, en identifiant le cas échéant des combinaisons d'aliments leur permettant d'atteindre les repères nutritionnels qui leur sont propres.

Ces travaux identifient une difficulté à couvrir les besoins nutritionnels des populations végétariennes en général et plus particulièrement des végétaliens, difficulté majorée par les contaminations environnementales de l'alimentation.

La méthode employée par les experts se veut protectrice en optimisant la couverture des besoins nutritionnels tout en limitant l'exposition à des contaminants majeurs. Ce constat met l'accent sur la nécessité de réduire l'exposition aux contaminants d'origine anthropique dont la diffusion générale dans l'environnement nécessite de renforcer les actions collectives déjà engagées et encouragées par les pouvoirs publics. L'Anses souligne que ces actions doivent être aussi proches que possible de la source des risques, notamment dans la formulation des produits. Ces actions concernent l'ensemble des produits et les polluants environnementaux d'origine anthropique ou non, en portant une attention particulière aux substances qui présentent une grande stabilité, à l'instar des métaux lourds, ou une forte persistance environnementale. Le but poursuivi doit être que ces expositions viennent peser le moins possible sur la définition des repères nutritionnels.

Au-delà des régimes d'exclusion des denrées d'origine animale, les repères présentés dans cet avis ne prennent pas en compte des exclusions additionnelles pratiquées au sein des denrées d'origine végétale qui pourraient compromettre davantage l'atteinte des références nutritionnelles. A ce titre, les végétariens doivent veiller à avoir une alimentation variée.

Pr Benoît Vallet

MOTS-CLÉS

Végétarien, végétalien, lacto-ovovégétarien, optimisation, régime, Plan national nutrition santé

Vegetarian, vegan, lacto-ovo-vegetarian, optimization, diet, French National Nutrition and Health Program

BIBLIOGRAPHIE

- Anses. 2016a. *Avis de l'Anses relatif à l'actualisation des repères du PNNS : révision des repères de consommations alimentaires (Saisine n°2012-SA-0103)*. Anses (Maisons-Alfort). <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2012SA0103Ra-1.pdf>.
- Anses. 2016 2016b. *Etude de l'alimentation totale infantile (EATi) - Tome 1*. Anses (Maisons-Alfort). <https://www.anses.fr/fr/system/files/ERCA2010SA0317Ra.pdf>.
- Anses. 2021. *Les références nutritionnelles en vitamines et minéraux*. Anses (Maisons-Alfort). <https://hal-anses.archives-ouvertes.fr/anses-03431491>.
- Anses. 2024. *Établissement de repères alimentaires destinés aux personnes suivant un régime d'exclusion de tout ou partie des aliments d'origine animale – Partie 1 : Revue systématique des études sur les liens entre les régimes végétariens et la santé. (saisine 2019-SA-0118)*. Anses (Maisons-Alfort).
- Black, A. E. 2000a. "Critical evaluation of energy intake using the Goldberg cut-off for energy intake: basal metabolic rate. A practical guide to its calculation, use and limitations." *Int J Obes Relat Metab Disord* 24 (9): 1119-30. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801376>.
- Black, A. E. 2000b. "The sensitivity and specificity of the Goldberg cut-off for EI:BMR for identifying diet reports of poor validity." *Eur J Clin Nutr* 54 (5): 395-404. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1600971>.
- DGAC, Dietary Guidelines Advisory Committee. 2020. "Scientific Report of the 2020 Dietary Guidelines Advisory Committee: Advisory Report to the Secretary of Agriculture and the Secretary of Health and Human Services." *U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington, DC*. <https://doi.org/10.52570/dgac2020>.
- Efsa. 2013. "Scientific Opinion on Dietary Reference Values for energy." *EFSA Journal* 11 (1). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3005>.
- Fechner, Carolin, Christin Hackethal, Tobias Höpfner, Jessica Dietrich, Dorit Bloch, Oliver Lindtner et Irmela Sarvan. 2022. "Results of the BfR MEAL Study: In Germany, mercury is mostly contained in fish and seafood while cadmium, lead, and nickel are present in a broad spectrum of foods." *Food Chemistry: X* 14: 100326. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100326>.
- Fouillet, H., A. Dussiot, E. Perraud, J. Wang, J. F. Huneau, E. Kesse-Guyot et F. Mariotti. 2023. "Plant to animal protein ratio in the diet: nutrient adequacy, long-term health and environmental pressure." *Front Nutr* 10: 1178121. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1178121>.
- Goldberg, G. R., S. A. Black Ae Fau - Jebb, T. J. Jebb Sa Fau - Cole, P. R. Cole Tj Fau - Murgatroyd, W. A. Murgatroyd Pr Fau - Coward, A. M. Coward Wa Fau - Prentice et A. M. Prentice. "Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording." (0954-3007 (Print)).

- Hackethal, Christin, Johannes F. Kopp, Irmela Sarvan, Tanja Schwerdtle et Oliver Lindtner. 2021. "Total arsenic and water-soluble arsenic species in foods of the first German total diet study (BfR MEAL Study)." *Food Chemistry* 346: 128913. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128913>.
- Hercberg, S., K. Castetbon, S. Czernichow, A. Malon, C. Mejean, E. Kesse, M. Touvier et P. Galan. 2010. "The Nutrinet-Sante Study: a web-based prospective study on the relationship between nutrition and health and determinants of dietary patterns and nutritional status." *BMC Public Health* 10: 242. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-10-242>.
- Kroes, R., D. Muller, J. Lambe, M. R. Lowik, J. van Klaveren, J. Kleiner, R. Massey, S. Mayer, I. Urieta, P. Verger et A. Visconti. 2002. "Assessment of intake from the diet." *Food Chem Toxicol* 40 (2-3): 327-85. [https://doi.org/10.1016/s0278-6915\(01\)00113-2](https://doi.org/10.1016/s0278-6915(01)00113-2).
- Lassale, C., K. Castetbon, F. Laporte, G. M. Camilleri, V. Deschamps, M. Vernay, P. Faure, S. Hercberg, P. Galan et E. Kesse-Guyot. 2015. "Validation of a Web-based, self-administered, non-consecutive-day dietary record tool against urinary biomarkers." *Br J Nutr* 113 (6): 953-62. <https://doi.org/10.1017/S0007114515000057>.
- Lassale, C., K. Castetbon, F. Laporte, V. Deschamps, M. Vernay, G. M. Camilleri, P. Faure, S. Hercberg, P. Galan et E. Kesse-Guyot. 2016. "Correlations between Fruit, Vegetables, Fish, Vitamins, and Fatty Acids Estimated by Web-Based Nonconsecutive Dietary Records and Respective Biomarkers of Nutritional Status." *J Acad Nutr Diet* 116 (3): 427-438 e5. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.09.017>.
- Le Moullec, N., M. Deheeger, S. Hercberg, P. Preziosi, P. Monteiro, P. Valeix, M-F. Rolland-Cachera, G. Potier de Courcy, J-P. Christides, F. Cherouvrier et P. Galan. 1996. "Validation du manuel-photos utilisé pour l'enquête alimentaire de l'étude SU.VI.MAX." *Cahiers de Nutrition et de Diététique* 31 (3): 158-164.
- Schofield, W. N. 1985. "Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work." *Hum Nutr Clin Nutr* 39 Suppl 1: 5-41.
- Touvier, M., E. Kesse-Guyot, C. Mejean, C. Pollet, A. Malon, K. Castetbon et S. Hercberg. 2011. "Comparison between an interactive web-based self-administered 24 h dietary record and an interview by a dietitian for large-scale epidemiological studies." *Br J Nutr* 105 (7): 1055-64. <https://doi.org/10.1017/S0007114510004617>.

CITATION SUGGÉRÉE

Anses (2025). Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'établissement de repères alimentaires destinés aux personnes suivant un régime d'exclusion de tout ou partie des aliments d'origine animale. Saisine 2019-SA-0118. Maisons-Alfort : Anses, 46 p.

ANNEXE 1

Présentation des intervenants

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

GROUPE DE TRAVAIL

Présidente

Mme Emmanuelle KESSE-GUYOT – DR (INRAE) – UMR Inserm U1153 / INRAE U1125 / Cnam / Université Sorbonne Paris Nord) – Épidémiologie, nutrition et pathologies, nutrition et santé publique, durabilité alimentaire

Membres

M. Benjamin ALLÈS – CRCN (INRAE, CRESS) – Nutrition, épidémiologie, santé publique, régimes végétariens, profils alimentaires

Mme Blandine de LAUZON-GUILLAIN – DR, (INRAE, CRESS) – épidémiologie, nutrition infantile, nutrition des femmes enceintes ou allaitantes, santé publique, comportement alimentaire

Mme Christine FEILLET-COUDRAY – DR (INRAE, Montpellier) – Micronutriments, lipides, stress oxydant, nutrition, physiologie

M. Nathanaël LAPIDUS – MCU-PH (AP-HP, Hôpital Saint-Antoine ; Inserm / Sorbonne Université UMR-S 1136) – Biostatistiques, épidémiologie, recherche clinique, méthodologie, méta-analyses, santé publique

M. François MARIOTTI – PR (AgroParisTech) – Nutrition protéique, besoins nutritionnels, statut nutritionnel, approches épidémiologiques, risque cardiométabolique

M. Olivier STEICHEN – PU-PH (AP-HP, Hôpital Tenon ; Inserm / Sorbonne Université UMR-S 1136) – Nutrition et maladies non transmissibles, fonctions biologiques, cardiologie, endocrinologie, revues systématiques et méta-analyses, études cliniques d'intervention

COMITÉ D'EXPERTS SPÉCIALISÉ

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

- CES « Nutrition humaine » – 2022-2026

Présidente

Mme Clara BENZI-SCHMID – Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) – Spécialités : révision et actualisation des bases légales des denrées alimentaires

Membres

Mme Karine ADEL-PATIENT – DR (Université Paris-Saclay, CEA, INRAE) – Spécialités : allergie alimentaire, immunologie, périnatalité, analyses métabolomiques, gestion du risque allergique

Mme Charlotte BEAUDART – CR (Université de Namur) – Spécialités : épidémiologie, santé publique, méta-analyses, sarcopénie

Mme Annabelle BEDARD – CR (Inserm UMR 1018, CESP) – Spécialités : épidémiologie nutritionnelle, nutrition de l'adulte, de la femme enceinte et de l'enfant, maladies chroniques non transmissibles, environnement, estimation et évaluation des expositions

Mme Cécile BETRY – MCU-PH (Université Grenoble Alpes, CHU Grenoble Alpes) – Spécialités : nutrition clinique, nutrition artificielle, dénutrition, nutrition et diabète, nutrition et obésité

M. Patrick BOREL – DR (Inrae, UMR C2VN) – Spécialités : biodisponibilité, vitamines liposolubles, microconstituants, métabolisme des micronutriments, insectes comestibles, nutriginétique

Mme Blandine de LAUZON-GUILLAIN – DR (INRAE, CRESS) – Spécialités : épidémiologie, nutrition infantile, nutrition des femmes enceintes ou allaitantes, santé publique

Mme Christine FEILLET-COUDRAY – DR (INRAE, UMR DMEM, Montpellier) – Spécialités : micronutriments, lipides, stress oxydant, nutrition, physiologie

M. Jérôme GAY-QUEHEILLARD – MCU (Université de Picardie Jules Verne, Ineris UMR I-01 INERIS) – Spécialités : gastroentérologie, nutrition, régime obésogène, système immunitaire, pesticides, perturbateurs endocriniens

Mme Aurélie GONCALVES –MCU (Université de Nîmes, UPR APSY-v) – Spécialités : Activité physique à des fins de santé, comportements sédentaires, nutrition, obésité, biodisponibilité

Mme Tao JIANG – MCU (Université de Bourgogne, Inserm U1028 - CNRS UMR5292) – Spécialités : Méthodologies des études de consommation, méthodologies des études cliniques, comportement et consommations alimentaires, biostatistiques

Mme Emmanuelle KESSE-GUYOT – DR (Université Sorbonne Paris Nord, INRAE, UMR Inserm U1153, INRAE U1125, Cnam) – Spécialités : épidémiologie, nutrition et pathologies, nutrition et santé publique, durabilité alimentaire

M. Nathanaël LAPIDUS – MCU-PH (AP-HP Saint-Antoine, Inserm-UPMC, UMR-S1136) – Spécialités : épidémiologie, recherche clinique, méthodologie, méta-analyses, santé publique, biostatistiques

Mme Corinne MALPUECH-BRUGERE – PU (Université Clermont Auvergne) – Spécialités : nutrition humaine, métabolisme des macro- et micronutriments

Mme Christine MORAND – DR (INRAE Clermont-Ferrand) – Spécialités : prévention des dysfonctionnements vasculaires et pathologies associées, microconstituants végétaux

M. Thomas MOUILLOT – MCU-PH (Université de Bourgogne, CHU François Mitterrand) – Spécialités : nutrition, hépatologie, gastro-entérologie, physiologie, comportement alimentaire

M. Ruddy RICHARD – PU-PH (CHU de Clermont-Ferrand) – Spécialités : recherche clinique, médecine du sport, nutrition, maladie chronique, bioénergétique, exercice

Mme Anne-Sophie ROUSSEAU – MCU (Université Côte d'Azur, iBV, UMR 7277 CNRS, UMR 1091 Inserm) – Spécialités : nutrition et activité physique, stress oxydant, immunométabolisme

M. Olivier STEICHEN – PH (Faculté Sorbonne Université, Hôpital de Tenon) – Spécialités : nutrition et maladies non transmissibles, fonctions biologiques, cardiologie, endocrinologie, revues systématiques et méta-analyses, études cliniques d'intervention

M. Stéphane WALRAND – PU-PH (Université Clermont Auvergne et CHU Gabriel Montpied de Clermont-Ferrand) – Spécialités : physiopathologie, métabolisme protéique, vitamine D, acides aminés

PARTICIPATION ANSES

Coordination scientifique

Mme Sabine HOUDART – Chef de projet évaluation des risques liés à la nutrition – Anses

Mme Perrine NADAUD – Adjointe au chef d'unité d'évaluation des risques liés à la nutrition – Anses

Contribution scientifique

Mme Sabine HOUDART – Chef de projet évaluation des risques liés à la nutrition – Anses

Mme Perrine NADAUD – Adjointe au chef d'unité d'évaluation des risques liés à la nutrition – Anses

Mme Véronique SIROT – Chef de projet méthodologie et études – Anses

Mme Laure DU CHAFFAUT – Chef de projet observatoire des aliments – Anses

Mme Marine OSEREDCZUK – Chef de projet observatoire des aliments – Anses

M. Aymeric DOPTER – Chef d'unité d'évaluation des risques liés à la nutrition – Anses

Mme Irène MARGARITIS – Adjointe au directeur d'évaluation des risques – Anses

Secrétariat administratif

Mme Chakila MOUHAMED – Anses

.....

ANNEXE 2

Lettre d'autosaisine



2019-SA-0118

Décision N° 2019-05-141

AUTOSAISINE

Le directeur général de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses),

Vu le code de la santé publique, et notamment son article L. 1313-3 conférant à l'Anses la prérogative de se saisir de toute question en vue de l'accomplissement de ses missions,

Décide :

Article 1^{er}.- L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail se saisit afin de réaliser une expertise dont les caractéristiques sont listées ci-dessous.

1.1 Thématiques et objectifs de l'expertise

Etablissement de repères alimentaires destinés aux personnes suivant un régime d'exclusion de tout ou partie des aliments d'origine animale

1.2 Contexte de l'autosaisine

Les repères du Programme National Nutrition Santé (PNNS) ont été actualisés par l'Anses en 2016 pour la population générale adulte sur la base des nouvelles références nutritionnelles et des données de consommation, de composition et de contamination des aliments.

A l'issue de ce travail, plusieurs populations spécifiques ont été identifiées, dont différents types de végétariens. Pour ces populations, une déclinaison des repères établis pour la population générale omnivore nécessite d'être réalisée, sur la base des références nutritionnelles et des différents modes de consommation propres à ces populations.

Ce travail s'inscrit dans un contexte sociétal d'une évolution des comportements alimentaires se situant au carrefour de multiples enjeux (politiques, identitaires, culturels, agroalimentaires, économiques, sanitaires, environnementaux, éthiques...) eux-mêmes traversés de valeurs diverses (bien-être animal et rapports humains-animaux, religion, santé, écologie...), conduisant à la progression de modes de consommation avec peu voire sans produits animaux. Cette évolution est relayée par des demandes exprimées par des associations végétariennes (Association des Végétariens France et Fédération Végane) portant sur l'adaptation des repères nutritionnels généraux aux différents types de végétarismes.

De plus, la littérature épidémiologique récente montre des liens entre les types de végétarisme et des effets sur la santé.

Dans le but de réduire les risques sanitaires liés à ces modes de consommation, ce travail vise à établir des repères de consommation permettant de couvrir les besoins nutritionnels de ces populations, tout en réduisant l'incidence de pathologies chroniques non transmissibles et l'exposition aux contaminants.

1.3 Questions sur lesquelles portent les travaux d'expertise à mener

L'établissement de repères alimentaires implique l'utilisation d'un outil d'optimisation nécessitant dans un premier temps une phase préparatoire, prévue en 2019, visant à :

- identifier et évaluer la prévalence des différents types de végétarisme ;
- établir les éventuels liens épidémiologiques entre consommations alimentaires spécifiques aux différents types de végétariens et santé, à l'aide d'une revue systématique de la littérature ;
- acquérir des données de consommation de différents types de végétariens en France ;
- acquérir des données de composition nutritionnelle des aliments consommés par les différents types de végétariens ;
- recueillir des données de contamination des aliments consommés par les différents types de végétariens.

Ces données seront utilisées par le groupe de travail dans un second temps (de fin 2019 à 2021) pour :

- paramétrer l'outil pour différents types de végétarisme qui seront définis durant la phase préparatoire ;
- établir les repères alimentaires à destination des types de végétariens identifiés.

1.4 Durée prévisionnelle de l'expertise

La date prévisionnelle de fin d'instruction et signature de l'avis associé est fixée à juin 2021 sous réserve du flux de saisines prioritaires à traiter qui pourraient être transmises à l'Anses d'ici là.

Calendrier prévisionnel : restitution des travaux mi-2021

Article 2.- Un avis sera émis et publié par l'Agence à l'issue des travaux.

Fait à Maisons-Alfort, le

28 JUIN 2019



Dr Roger Genet
Directeur général

ANNEXE 3

Liste des contraintes toxicologiques

Famille de substances	Substance	Femmes	Hommes	Unité
Bisphénols	Bisphénol A (BPA)	0,2	0,2	µg/kg pc/j
Composé néoformé	Acrylamide	314	395	ng/kg pc/j
Composés polybromés	BDE-100	0,009	0,009	ng/kg pc/j
	BDE-153	0,010	0,011	ng/kg pc/j
	BDE-154	0,006	0,007	ng/kg pc/j
	BDE-183	0,015	0,016	ng/kg pc/j
	BDE-209	0,286	0,291	ng/kg pc/j
	BDE-28	0,002	0,002	ng/kg pc/j
	BDE-47	0,050	0,053	ng/kg pc/j
	BDE-99	0,034	0,037	ng/kg pc/j
	Hexabromocyclododécane (HBCDD)	0,133	0,151	ng/kg pc/j
	Polybromobiphényles (PBB)	0,008	0,008	ng/kg pc/j
Dioxines, furanes et PCB	Dioxines, furanes et PCB-DL	0,286	0,286	pg TEQ _{OMS05} /kg pc/j
	PCB-NDL	10000	10000	pg/kg pc/j
Éléments traces métalliques	Aluminium (Al)	286	286	µg/kg pc/j
	Antimoine (Sb)*			
	Arsenic (As) organique*			
	Arsenic (As) inorganique	0,50	0,43	µg/kg pc/j
	Barym (Ba)	200	200	µg/kg pc/j
	Cadmium (Cd)	0,35	0,35	µg/kg pc/j
	Chrome III (CrIII)	300	300	µg/kg pc/j
	Chrome VI (CrVI)	0,51	0,49	µg/kg pc/j
	Cobalt (Co)	1,6	1,6	µg/kg pc/j
	Etain (Sn)*			
	Germanium (Ge)*			
	Mercuré (Hg) inorganique	0,57	0,57	µg/kg pc/j
	Méthylmercure (MeHg)	0,1	0,1	µg/kg pc/j
	Nickel (Ni)	13	13	µg/kg pc/j
	Plomb (Pb)	0,18	0,20	µg/kg pc/j
	Strontium (Sr)	600	600	µg/kg pc/j
Vanadium (V)*				
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	5-méthylchrysène (MCH)*			
	Anthracène (AN)*			
	Benzo(c)fluorène (BcFL)*			
	Benzo(g,h,i)pérylène (BghiP)*			
	Benzo(j)fluoranthène (BjF)*			
	Benzo(k)fluoranthène (BkF)*			
	Benzo[a]pyrène (BaP) + chrysène (CHR) + benz[a]anthracène (BaA) + benzo[b]fluoranthène (BbF) (HAP4)	1,29	1,33	ng/kg pc/j
	Cyclopenta[cd]pyrène (CPP)*			

	Dibenzo[a,e]pyrène (DbaeP)*			
	Dibenzo[a,h]anthracène (DBahA)*			
	Dibenzo[a,h]pyrène (DbahP)*			
	Dibenzo[a,i]pyrène (DbaiP)*			
	Dibenzo[a,l]pyrène (DbalP)*			
	Fluoranthène (FA)*			
	Indéno[1,2,3-c,d]pyrène (IP)*			
	Phénanthrène (PHE)*			
	Pyrène (PY)*			
Isoflavones	Isoflavones	10000	20000	ng/kg pc/j
Mycotoxines	Aflatoxines	0,39	0,45	ng/kg pc/j
	Déoxynivalénol (DON) et ses dérivés acétylés (DON-3-Ac et DON-15-Ac)	1000	1000	ng/kg pc/j
	Fumonisine B1 et B2 (FB1 et FB2)	1000	1000	ng/kg pc/j
	Nivalénol	1200	1200	ng/kg pc/j
	Ochratoxine A (OTA)	0,90	1,01	ng/kg pc/j
	Patuline	400	400	ng/kg pc/j
	Toxines T2, HT2 et Diacétoxyscirpénol (DAS)	25	25	ng/kg pc/j
	Zéaralénone et métabolites	250	250	ng/kg pc/j
Résidus de produits phytosanitaires	Camphéchloré (Toxaphène)	0,033	0,033	µg/kg pc/j
	Chlordane	0,5	0,5	µg/kg pc/j
	DDT	0,5	0,5	µg/kg pc/j
	Dieldrine	0,05	0,05	µg/kg pc/j
	Endrine	0,2	0,2	µg/kg pc/j
	HCH	0,6	0,6	µg/kg pc/j
	Heptachlore	0,1	0,1	µg/kg pc/j
	Hexachlorobenzène (HCB)	0,07	0,07	µg/kg pc/j
	Lindane (HCH-gamma)	0,0008	0,0008	µg/kg pc/j
Substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS)	Acide perfluorobutanoïque (PFBA)	1000	1000	ng/kg pc/j
	Acide perfluorodécanoïque (PFDA)	4,00E-04	4,00E-04	ng/kg pc/j
	Acide perfluorododécanoïque (PFDoA)	12	12	ng/kg pc/j
	Acide perfluoroheptanesulfonique (PFHpS)*			
	Acide perfluoroheptanoïque (PFHpA)	23	23	ng/kg pc/j
	Acide perfluorohexanoïque (PFHxA)	500	500	ng/kg pc/j
	Acide perfluoro-n-undécanoïque (PFUnA)	12	12	ng/kg pc/j
	Acide perfluorooctanesulfonique (PFOS), Acide pentadécafluorooctanoïque (PFOA), Sulfonate de perfluorohexane (PFHxS) et Acide perfluorononanolque (PFNA)	4,4	4,4	ng/kg pc/j
	Acide perfluoropentanoïque (PFPA)	500	500	ng/kg pc/j
	Acide perfluorotétradécanoïque (PFTeDA)*			
	Acide perfluorotridécanoïque (PFTrDA)	12	12	ng/kg pc/j
	Perfluorodécane sulfonate (PFDS)	12	12	ng/kg pc/j
	Sulfonate de perfluorobutane (PFBS)	300	300	ng/kg pc/j

*Contaminants pour lesquels aucune valeur maximale n'a été retenue comme contrainte dans l'outil d'optimisation

ANNEXE 4

Pourcentages des expositions maximales pour les contaminants dont la contrainte a été relâchée dans le scénario « conta-nut »

<100 indique que la contrainte est satisfaite, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de dépassement de la valeur maximale d'exposition

Contaminant	Hommes lacto-ovovégétariens		Femmes lacto-ovovégétariennes	
	« nut »	« conta-nut »	« nut »	« conta-nut »
PFDA	142 357	79 066	153 212	100 320
Lindane (HCH-gamma)	17 996	14 814	16 875	13 583
Isoflavones	2 137	4 718	13 843	10 100
BDE-183	1 452	588	1 572	485
Zearalenone et metabolites	1 041	934	994	804
Aflatoxines	740	435	745	416
BDE-153	592	258	666	231
BDE-209	488	222	516	206
Heptachlore (somme)	484	231	510	202
T2, HT2 et DAS	462	425	450	379
BDE-154	314	155	355	146
Dieldrine (somme)	312	201	328	213
OTA	317	270	326	255
PBB	254	161	268	156
BDE-99	226	113	251	108
BDE-100	210	106	224	<100
BDE-47	205	<100	218	<100
Pb	186	144	214	171
BDE-28	195	105	195	<100
CrVI	189	209	194	220
HAP4	152	183	171	175

Contaminant	Hommes lacto-ovovégétariens limitant lait et PLF		Femmes lacto-ovovégétariennes limitant lait et PLF	
	« nut »	« conta-nut »	« nut »	« conta-nut »
PFDA	60 337	36 703	70 323	39 860
Lindane (HCH-gamma)	18 585	14 562	18 830	14455
Isoflavones	3 559	4 729	9188	3383
BDE-183	1 610	1 165	1538	1377
Zearalenone et metabolites	1 089	1 039	1069	1104
Aflatoxines	851	572	793	662
BDE-153	654	492	647	591
Heptachlore (somme)	537	387	508	443
BDE-209	485	357	485	417

T2, HT2 et DAS	478	449	483	447
OTA	340	293	355	343
Dieldrine (somme)	326	223	344	239
BDE-154	349	281	343	327
BDE-99	240	186	259	236
PBB	265	237	251	253
BDE-100	221	172	227	207
BDE-47	207	158	220	193
HAP4	201	223	216	238
CrVI	174	211	183	225
Pb	173	155	181	171
BDE-28	181	147	171	157
Dioxines, furanes et PCB-DL	115	100	128	100
DDT (sum)	121	<100	114	100

Contaminant	Hommes végétaliens		Femmes végétaliennes	
	« nut »	« conta-nut »	« nut »	« conta-nut »
PFDA	46 126	31 452	47 727	38 695
Lindane (HCH-gamma)	14 539	13 157	21 097	14 998
Isoflavones	3 894	1 811	12 003	184
BDE-183	778	735	1 927	777
Zearalenone et metabolites	843	920	1 249	689
Aflatoxines	616	504	1 020	748
BDE-153	344	307	806	328
BDE-209	187	179	464	187
Heptachlore (somme)	306	283	654	289
T2, HT2 et DAS	365	380	512	394
BDE-154	212	171	427	178
Dieldrine (somme)	255	197	408	217
OTA	287	284	424	274
PBB	174	130	278	129
BDE-99	115	110	285	117
BDE-100	110	102	249	104
BDE-47	<100	<100	231	<100
Pb	146	122	216	118
BDE-28	<100	<100	184	<100
CrVI	166	154	182	124
HAP4	255	180	212	176

ANNEXE 5

Extrait des relations entre les groupes alimentaires et les indicateurs de santé d'intérêt du rapport scientifique du « Dietary Guidelines Advisory Committee » (DGAC 2020)

Table D8.1. Dietary pattern components in the Committee's Conclusion Statements that are associated with the health outcomes of interest.**

<i>Health Outcome of Interest:</i>	All-cause mortality	Cardiovascular disease ^a	Growth, size, body composition and risk of overweight and obesity ^a	Type 2 diabetes ^a	Bone health ^a	Colorectal Cancer ^b	Breast Cancer (Post-menopausal) ^b	Lung Cancer ^b	Neurocognitive health
<i>Grade:</i>	<i>Strong (adults)</i>	<i>Strong (adults); Limited (children)</i>	<i>Moderate (adults); Limited (children)</i>	<i>Moderate (adults)</i>	<i>Moderate (adults)</i>	<i>Moderate (adults)</i>	<i>Moderate (adults)</i>	<i>Limited (adults)</i>	<i>Limited (adults)</i>
Dietary patterns associated with lower risk of disease consistently included the following components.									
Components									
Fruits	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vegetables	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Whole grains/cereal	X	X	X	X	X	X	X	X	
Legumes	X	X	X (adults)		X	X		X	X
Nuts	X	X (adults)			X				X
Low-fat dairy	X	X	X		X	X		X	
Fish and/or seafood	X	X	X (adults)		X	X		X	X
Unsaturated vegetable oils	X	X	X (adults)						X
Lean meat	X					X		X	
Poultry	X								
Dietary patterns associated with higher risk of disease consistently included the following components.									
Red meat	X	X (adults)	X (adults)	X		X			
Processed meat	X	X	X	X	X	X			
High-fat meat								X	
High-fat dairy	X			X					
Animal-source foods							X		
Saturated fats		X (adults)	X (adults)			X			

ANNEXE 6

Objectifs et méthodes de l'étude NutriNet-Santé

Les principaux objectifs de la cohorte NutriNet-Santé sont :

- d'évaluer les relations entre la nutrition (apports en aliments et nutriments, activité physique et état nutritionnel) et la santé (comprenant les grands problèmes de santé tels que l'obésité, l'hypertension artérielle, le diabète, les maladies cardiovasculaires, les cancers, les troubles digestifs, ainsi que le vieillissement et la qualité de vie) ;
- de comprendre les déterminants (sociologiques, économiques, culturels, psychologiques, cognitifs, sensoriels, biologiques, génétiques, etc.) des comportements alimentaires, de l'état nutritionnel et de l'état de santé.

Les participants de l'étude NutriNet-Santé sont des Français volontaires, âgés de 15 ans ou plus, disposant d'une connexion Internet et recrutés dans la population générale.

À l'inscription, tous les participants sont invités à compléter un dossier de base comprenant cinq questionnaires concernant leurs alimentation, santé, activité physique, données anthropométriques et de suivi de régimes spécifiques comme les régimes végétariens, végétaliens, ainsi que leurs données socio-économiques et modes de vie. L'inclusion dans l'étude est effective lorsque les participants ont rempli l'ensemble des questionnaires de ce dossier de base. Dans le cadre de leur suivi, les participants sont ensuite invités à remplir ces cinq questionnaires annuellement. De plus, des questionnaires transversaux supplémentaires sur des thématiques de recherche spécifiques sont envoyés régulièrement aux participants.

Les consommations alimentaires sont évaluées à l'inclusion puis tous les six mois (pour prendre en compte le caractère saisonnier de l'alimentation), à l'aide d'une série de trois enregistrements de 24 heures non consécutifs, répartis aléatoirement sur une période de deux semaines (deux jours de semaine et un jour de week-end). Pour cela les participants rapportent tous les aliments et boissons (type et quantité) consommés durant une période de 24 heures : trois repas principaux (petit déjeuner, déjeuner, dîner) ainsi que les collations. Des informations concernant l'heure, le lieu ainsi que les conditions et l'environnement (seul, à plusieurs ; en lisant, devant un écran, etc.) dans lesquels ont eu lieu les prises alimentaires sont également demandées.

Les consommations alimentaires sont renseignées, sur une plateforme spécifique, à l'aide d'un moteur de recherche, d'un arbre de classification ou par saisie manuelle « en clair » lorsque l'aliment n'a pas été trouvé. Les tailles de proportion sont estimées à l'aide d'un cahier de photographies validé (Le Moullec *et al.* 1996), ou en grammes ou en millilitres selon les aliments. Les participants renseignent également la nature des aliments (cuisinés maison ou industriels, ainsi que la marque le cas échéant). Pour chaque enregistrement de 24 heures, il est également demandé si les consommations alimentaires rapportées sont conformes à l'alimentation habituelle de l'individu. Ce protocole a été validé par comparaison à un entretien réalisé par un professionnel de la nutrition qualifié et par comparaison à des biomarqueurs urinaires et sanguins (Lassale *et al.* 2015; Lassale *et al.* 2016; Touvier *et al.* 2011).

Les individus sous-déclarants sont identifiés à l'aide de la méthode d'évaluation de l'apport énergétique de Black (Black 2000a, 2000b) utilisant les seuils de Goldberg (Goldberg *et al.*). Cette méthode validée en épidémiologie nutritionnelle permet de distinguer les sous-déclarations et quantités alimentaires consommées en comparant, pour chaque individu, l'apport énergétique moyen et le besoin énergétique à poids constant. Le besoin énergétique

est calculé en prenant en compte le niveau d'activité physique et le métabolisme basal, lui-même calculé selon le sexe, l'âge, le poids et la taille de l'individu à l'inclusion et reposant sur les équations de Schofield (Schofield 1985). Les coefficients respectifs de variabilité pour le métabolisme basal et le niveau d'activité physique sont 8,5 % et 15 % (Schofield 1985). Pour le niveau d'activité physique, deux seuils ont été considérés : 0,88 pour identifier les sous-déclarants extrêmes et 1,55 pour identifier les autres sous-déclarants (Goldberg *et al.* ; Black 2000a). Ces sous-déclarants et les sous-déclarants extrêmes sont systématiquement exclus. Les sous-déclarants ayant déclaré un régime pour perdre du poids, une perte de poids récente supérieure à 5 kg ou une consommation alimentaire non habituelle, ne sont finalement pas considérés comme sous-déclarants et sont maintenus dans l'étude.

Références

- Black, A. E. 2000. "Critical evaluation of energy intake using the Goldberg cut-off for energy intake: basal metabolic rate. A practical guide to its calculation, use and limitations." *Int J Obes Relat Metab Disord* 24 (9): 1119-30. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801376>.
- Black, A. E. 2000. "The sensitivity and specificity of the Goldberg cut-off for EI:BMR for identifying diet reports of poor validity." *Eur J Clin Nutr* 54 (5): 395-404. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1600971>.
- Goldberg, G. R., S. A. Black, A. E. Black, T. J. Jebb, T. J. Jebb, P. R. Cole, P. R. Cole, W. A. Murgatroyd, W. A. Murgatroyd, A. M. Coward, A. M. Coward, and A. M. Prentice. "Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording." (0954-3007 (Print)).
- Lassale, C., K. Castetbon, F. Laporte, G. M. Camilleri, V. Deschamps, M. Vernay, P. Faure, S. Hercberg, P. Galan, and E. Kesse-Guyot. 2015. "Validation of a Web-based, self-administered, non-consecutive-day dietary record tool against urinary biomarkers." *Br J Nutr* 113 (6): 953-62. <https://doi.org/10.1017/S0007114515000057>.
- Lassale, C., K. Castetbon, F. Laporte, V. Deschamps, M. Vernay, G. M. Camilleri, P. Faure, S. Hercberg, P. Galan, and E. Kesse-Guyot. 2016. "Correlations between Fruit, Vegetables, Fish, Vitamins, and Fatty Acids Estimated by Web-Based Nonconsecutive Dietary Records and Respective Biomarkers of Nutritional Status." *J Acad Nutr Diet* 116 (3): 427-438 e5. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.09.017>.
- Le Moullec, N., M. Deheeger, S. Hercberg, P. Preziosi, P. Monteiro, P. Valeix, M-F. Rolland-Cachera, G. Potier de Courcy, J-P. Christides, F. Cherouvrier, and P. Galan. 1996. "Validation du manuel-photos utilisé pour l'enquête alimentaire de l'étude SU.VI.MAX." *Cahiers de Nutrition et de Diététique* 31 (3): 158-164.
- Schofield, W. N. 1985. "Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work." *Hum Nutr Clin Nutr* 39 Suppl 1: 5-41.
- Touvier, M., E. Kesse-Guyot, C. Mejean, C. Pollet, A. Malon, K. Castetbon, and S. Hercberg. 2011. "Comparison between an interactive web-based self-administered 24 h dietary record and an interview by a dietitian for large-scale epidemiological studies." *Br J Nutr* 105 (7): 1055-64. <https://doi.org/10.1017/S0007114510004617>.