Enfants et adultes forts consommateurs de sucres libres en France : quels changements alimentaires pour respecter les recommandations nutritionnelles ?

Mathieu M. Maillot, Lisa Privet, Sarah Vaudaine, Anne Lluch, Nicole Darmon

► To cite this version:

Mathieu M. Maillot, Lisa Privet, Sarah Vaudaine, Anne Lluch, Nicole Darmon. Enfants et adultes forts consommateurs de sucres libres en France : quels changements alimentaires pour respecter les recommandations nutritionnelles ?. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 2017, 52 (Supplément 1), pp.S66-S79. 10.1016/S0007-9960(17)30200-6 . hal-02626034

HAL Id: hal-02626034

<https://hal.inrae.fr/hal-02626034>

Submitted on 26 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

1 Nombre de caractères (espaces compris) à updater la fin des révisions : 42 308

2
3 **Titre : Enfants et adultes forts consommateurs de sucres libres en France : quels**
4 **changements alimentaires pour respecter les recommandations nutritionnelles ?**

5 **Title: Characteristics of French children and adults with excessive free sugar intakes. Which dietary**
6 **changes are needed to meet nutritional recommendations?**

7
8 **Auteurs :**

9 Matthieu Maillot^{1*}, Lisa Privet¹, Sarah Vaudaine², Anne Lluch², Nicole Darmon^{3,4}

10 ¹ MS-Nutrition, 27 bd Jean Moulin, 13005 Marseille, France

11 ² Danone Nutricia Research, RD128 – Avenue de la Vauve, 91128 Palaiseau Cedex, France

12 ³ NORT, INRA, AMU, INSERM, 27 bd Jean Moulin, 13005 Marseille, France

13 ⁴ MOISA, INRA, CIHEAM-IAMM, CIRAD, Montpellier SupAgro, 2 place Pierre Viala, 34060 Montpellier,
14 France

15
16 *Auteur correspondant : matthieu.maillot@ms-nutrition.com

Comment citer ce document :

Maillot, M., Privet, L., Vaudaine, S., Lluch, A., Darmon, N. (2017). Enfants et adultes forts consommateurs de sucres libres en France : quels changements alimentaires pour respecter les recommandations nutritionnelles ? Cahiers de Nutrition et de Diététique, 52 (Supplément 1), S66-S79. . DOI : 10.1016/S0007-9960(17)30200-6

Résumé

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande une consommation de sucres libres inférieure à 10% de l'apport énergétique total chez les enfants et les adultes. L'objectif de cette étude était de décrire les caractéristiques et la diète des consommateurs dépassant cette recommandation (appelés ici forts consommateurs) en France et de modéliser les changements alimentaires nécessaires pour atteindre l'ensemble des recommandations nutritionnelles.

Les apports nutritionnels de 1230 enfants et 1719 adultes ont été estimés à partir de l'enquête alimentaire française INCA2 (2006-2007) et de la base CIQUAL 2013 complétée des teneurs en sucres libres (SL). La population a été séparée en 4 classes d'âge (3-6 ans, 7-11 ans, 12-17 ans et les adultes) puis en 2 sous-populations : SL-Compliant, pour les individus respectant la recommandation en sucres libres (apport inférieur ou égal à 10% de l'apport énergétique total), et SL-Excès, pour ceux ne la respectant pas. Dans la sous-population SL-Excès, pour chaque diète individuelle observée, une nouvelle diète iso-calorique optimisée – définie comme respectant un ensemble de 33 recommandations nutritionnelles, tout en restant le plus proche possible de la diète observée – a été modélisée par programmation linéaire. Quand aucune solution mathématique n'était possible, la diète était considérée comme non optimisable.

Le pourcentage d'individus SL-Excès décroît avec l'âge : 92%, 86%, 75%, et 41% chez les 3-6 ans, 7-11 ans, 12-17 ans et chez les adultes, respectivement. Pour tous les groupes d'âge, les SL-Excès consomment plus de sucres libres pendant les repas principaux mais surtout hors repas. Les diètes observées des SL-Excès n'étaient pas optimisables pour 40%, 9%, 11% et 0,1% chez les 3-6 ans, 7-11 ans, les 12-17 ans et chez les adultes, respectivement. Pour les autres, l'optimisation a conduit pour toutes les tranches d'âge à diminuer les produits sucrés, les boissons sucrées et les jus de fruits, et à augmenter les quantités d'eau, de fruits et légumes, féculents, et en plus pour les 7-17 ans à augmenter les produits laitiers (lait ou yaourt). L'optimisation diminue les sucres libres (de -26 à -30

41 g/j, selon la classe d'âge), *via* une moindre contribution des produits sucrés (de -14,3 à -21,3 g de
42 sucres libres/j) et des boissons sucrées et jus de fruits (de -6,7 à -13,4 g de sucres libres/j).

43 En conclusion, une forte majorité des enfants français a des apports excessifs en sucres libres. Il est
44 généralement possible d'optimiser la diète des forts consommateurs de sucres libres, en s'éloignant
45 le moins possible de la diète observée. Néanmoins, compte tenu des contraintes imposées dans le
46 modèle, une exploration complémentaire est nécessaire pour comprendre les raisons pour lesquelles
47 il est impossible d'atteindre une diète nutritionnellement adéquate pour 40% des enfants de 3-6 ans
48 ayant des apports excessifs en sucres libres.

49 Mots-clefs : sucre, programmation linéaire, recommandations nutritionnelles, habitudes
50 alimentaires, snacking, France, INCA2

Abstract

The World Health Organization (WHO) recommends reducing the intake of free sugars to less than 10% of total energy intake for both children and adults. The objective of this study was to characterize the diet of French children and adults with excessive free sugar intakes and to model the dietary changes needed to achieve all the nutritional recommendations.

The nutritional intakes of 1,230 children and 1,719 adults were estimated from the French national survey INCA2 (2006-2007) and the CIQUAL 2013 French food composition database completed with free sugars (FS). The population was divided into 4 age classes (3-6 years, 7-11 years, 12-17 years and adults) and then into 2 groups, based on the contribution of free sugars to energy intake lower or equal to 10% (FS-Acceptable) or greater than 10% (FS-Excess). For each individual observed diet from the FS-Excess group, a new iso-caloric optimized diet - defined as complying with a set of 33 nutritional recommendations, while staying as close as possible to the diet observed - was modeled by linear programming. When no mathematical solution was possible, the diet optimization was considered unfeasible.

The percentage of FS-Excess individuals decreased with age: 92%, 86%, 75%, and 41% in the 3-6 years, 7-11 years, 12-17 years and in the adults, respectively. For all age groups, FS-Excess individuals consumed more free sugars, particularly out of the main meals. Diet optimization was unfeasible for 40%, 9%, 11% and 0.1% of FS-Excess individuals in 3-6 years, 7-11 years, 12-17 years and adults, respectively. When diet optimization was feasible, the main changes for all age groups were decreases in sweet products, sugar-sweetened beverages and fruit juices, and increases in water, fruit and vegetables, starchy foods. In the 7-17 years, dairy products (milk or yoghurt) were also increased. The diet optimization process decreased free sugars (-26 to -30 g of free sugars/d, depending on the age group), via a lower contribution of sweet products (from -14.3 to -21.3g of free sugars/d) and sugar-sweetened beverages and fruit juices (-6.7 to -13.4g of free sugars /d).

Comment citer ce document :

Maillot, M., Privet, L., Vaudaine, S., Lluch, A., Darmon, N. (2017). Enfants et adultes forts consommateurs de sucres libres en France : quels changements alimentaires pour respecter les recommandations nutritionnelles ? Cahiers de Nutrition et de Diététique, 52 (Supplément 1), S66-S79. . DOI : 10.1016/S0007-9960(17)30200-6

75 In conclusion, a large majority of French children have excessive intakes of free sugars. It is generally
76 possible to optimize the diet of individuals with excessive intakes of free sugars, staying as close as
77 possible to the observed diet. However, given the constraints imposed in the model, further
78 exploration is needed to understand why it is impossible to achieve a nutritionally adequate diet for
79 40% of 3-6 years old children with excessive intakes of free sugars.

80 **Keywords:** Sugars, linear programming, nutrient recommendations, dietary habits, snacking, France,
81 INCA2

82 Introduction

83 Dans un contexte d'augmentation de la prévalence des maladies non transmissibles, les apports en
84 sucres sont de plus en plus pointés du doigt : l'excès de sucre augmente le risque de caries [1],
85 favorise la prise de poids [2] et a été incriminé dans la survenue et/ou les complications associées au
86 diabète de type 2 [3,4] et aux maladies cardiovasculaires [5–7]. De plus, une consommation élevée
87 de sucres ajoutés a été associée à une alimentation de plus faible qualité nutritionnelle, avec
88 notamment de faibles apports en micronutriments [8].

89 Pour l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), le terme "sucres" comprend tous les mono- et
90 disaccharides et le terme "sucres ajoutés" fait référence aux sucres ajoutés lors des procédés
91 industriels, culinaires ou lors de la consommation. Les "sucres libres" correspondent aux sucres
92 ajoutés additionnés des sucres naturellement présents dans le miel, les sirops, les jus et les
93 concentrés de fruits [9].

94 L'OMS considère que la lutte contre la consommation excessive de sucres est une priorité, et
95 recommande depuis 2003 de limiter l'apport en sucres libres à moins de 10% de l'apport énergétique
96 (soit 50 g pour un apport calorique de 2000 Kcal), aussi bien chez les adultes que chez les enfants
97 [10]. En Europe, l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) a considéré en 2010 que les
98 données étaient insuffisantes pour recommander un apport maximal en sucres [11]. En France, il
99 existe une recommandation sur les sucres totaux (hors lactose et galactose), récemment proposée
100 par l'ANSES pour les adultes et fixée à moins de 100 g par jour (notamment sur la base des apports
101 en fructose) [12]. La Confédération européenne des industries agroalimentaires (CIAA) recommande
102 un apport en sucres de 90 à 110 g (soit proche de la recommandation de 100g de l'ANSES) pour
103 l'étiquetage des repères nutritionnels journaliers (RNJ) en s'appuyant sur la limite de l'OMS de 10%
104 de l'apport énergétique pour les sucres libres [13].

105 Les apports en sucres, quant à eux, varient largement d'un pays à l'autre [11,14–17], selon l'âge [18]
106 et les habitudes alimentaires (notamment les prises alimentaires en dehors des repas principaux)

[19] et sont déterminés à partir d'enquêtes alimentaires. Même si la recommandation de l'OMS porte sur les sucres libres, les données de ces enquêtes ne permettent pas toujours faire la distinction entre les différents types de sucres. Le respect de la recommandation OMS sur les sucres libres a pu être étudiée en Australie [20], au Royaume Uni [21] et aux Pays-Bas [22], aussi bien chez les enfants et que chez les adultes.

Ces données n'existant pas pour la France, l'objectif de cette étude était d'estimer, parmi les enfants et les adultes, le pourcentage des forts consommateurs de sucres libres (c'est-à-dire les individus dont les apports en sucres libres excèdent la recommandation de l'OMS), de décrire leurs caractéristiques ainsi que de modéliser les changements alimentaires qui seraient nécessaires pour qu'ils respectent l'ensemble des recommandations nutritionnelles.

Matériel et Méthodes

Données de consommation et de composition nutritionnelle

Les données de l'enquête alimentaire INCA2 [23] réalisée en 2006-2007 sur un échantillon représentatif de la population française, ont été utilisées pour cette étude. Les enfants et les adultes ont rempli un carnet alimentaire pendant 7 jours consécutifs. Les apports nutritionnels ont été estimés à partir des données de consommations, reliées à la base de données de composition nutritionnelle CIQUAL 2013 complétée des teneurs en sucres libres [24]. Les boissons alcoolisées ont été retirées de l'analyse. Les aliments ont été répartis en 31 sous-groupes, eux-mêmes agrégés en 9 grands groupes : « Fruits et légumes », « Féculents », « Viandes, œufs et poissons », « Plats préparés et sandwiches », « Produits laitiers », « Produits sucrés », « Eaux et boissons », « Matières grasses et sauces », « Produits à base de soja ». Le groupe « Fruits et légumes » comprend l'ensemble des fruits oléagineux et le groupe des « Féculents » comprend les légumineuses. Les sous-groupes « laits », « yaourt », « fruits » ont été davantage détaillés afin d'identifier ceux contenant ou non des sucres

libres (par ex : « yaourts nature » *versus* « yaourts sucrés »). La liste complète des groupes et sous-groupes d'aliments peut être retrouvée dans le [supplément 3 \(disponible en ligne\)](#).

Après suppression des sous-déclarants avec la méthode de Goldberg [25] et sélection de ceux ayant déclaré 7 jours de consommation, l'échantillon d'analyse descriptive comprend 1380 enfants âgés de 3 à 17 ans répartis en 3 classes d'âge : 3-6 ans (n=230), 7-11 ans (n=412) et 12-17 ans (n=738). Pour les adultes, l'échantillon d'analyse descriptive comprend 1719 adultes âgés de 20 à 75 pour rester homogène à l'échantillon d'analyse ayant fait l'objet d'une publication antérieure [24] : 7 individus normo-déclarants pour les lesquels la diète n'est pas optimisable (6 chez les SL-Compliants et 1 chez les SL-Excès) ont été exclus de l'analyse descriptive et les adultes de 18-19 ans n'ont pas été intégrés.

Modélisation de diètes nutritionnellement adéquates

En nutrition, le principe de la modélisation par programmation linéaire est de trouver les combinaisons d'aliments qui permettent de respecter un ensemble de contraintes définies en fonction de l'étude, incluant généralement un ensemble de recommandations nutritionnelles [26–29]. Dans un modèle de programmation linéaire, les variables correspondent aux quantités d'aliments que le modèle pourra faire varier pour respecter un ensemble de contraintes incluant des recommandations nutritionnelles (les contraintes nutritionnelles), des fourchettes de quantités d'aliments et de groupes d'aliments jugées acceptables (les contraintes d'acceptabilité). Une combinaison linéaire des variables (appelée fonction objectif) est ensuite choisie pour être optimisée (c'est-à-dire minimisée ou maximisée).

Dans ce travail, une approche de modélisation individuelle de diètes [30] a été appliquée chez les enfants et les adultes de façon à obtenir pour *chaque* diète observée (c'est-à-dire les apports alimentaires déclarés comme « consommés ») une diète modélisée nutritionnellement adéquate - c'est-à-dire une diète optimisée construite à partir de la diète observée et respectant un ensemble

de recommandations nutritionnelles -. La fonction objectif a été définie comme l'écart entre la diète observée et la diète modélisée, et cet écart a été minimisé afin de simuler une diète nutritionnelle adéquate la plus proche possible de celle de départ. Il est important de noter que cette modélisation a été réalisée pour chaque individu et à calories constantes. Les 33 contraintes nutritionnelles imposées pour la modélisation et les contraintes d'acceptabilité sont listées dans le [supplément 1 \(disponible en ligne\)](#). Pour les macronutriments, les recommandations de l'OMS [9] ont été utilisées, alors que les recommandations françaises [31] ont été appliquées pour les vitamines et minéraux. La limite maximale en sodium correspondait aux recommandations des pays nordiques [32]. Une contrainte sur l'apport en eau (H₂O) a été ajoutée et correspond à la recommandation proposée par l'EFSA [33] qui préconise pour les enfants de 3 ans : 1,3L/j ; pour les enfants de 4-8 ans : 1,6L/j ; pour les enfants de 9-13 ans : 2,1L/j pour les garçons et 1,9L/j pour les filles ; chez les sujets de plus de 14 ans : 2L/j pour les femmes et 2,5L/j pour les hommes.

Le détail des contraintes du modèle utilisé est disponible dans 2 publications précédentes sur les adultes [24,34]. Cette étude est la première à appliquer la modélisation individuelle aux diètes d'enfants dans l'enquête INCA2.

Analyse statistique

Au sein de chacune des classes d'âge, l'échantillon a été séparé en 2 sous-populations : SL-Compliants, pour les individus respectant la recommandation OMS en sucres libres (apport inférieur ou égal à 10% de l'apport énergétique total), et SL-Excès, pour ceux ne la respectant pas.

Les caractéristiques sociodémographiques et anthropométriques, le temps moyen passé devant la télévision et l'ordinateur (sédentarité), la fréquence de consommations hors repas obtenue à partir d'un questionnaire, ainsi que les consommations alimentaires et la qualité nutritionnelle des diètes observées ont été comparées entre les populations SL-Compliants et SL-Excès. La qualité nutritionnelle a été estimée par les apports en macro et micronutriments mais aussi à l'aide d'indicateurs synthétiques tels que le MAR (%/j) (Mean Adequacy Ratio) [35] et le MER (%/j) (Mean

181 Excess Ratio) [36] pour les enfants et les adultes . Une diète de bonne qualité nutritionnelle est
182 caractérisée par un MAR élevé et un MER bas. Les apports moyens en énergie et en sucres libres ont
183 été estimés séparément selon qu'ils provenaient des trois repas principaux ou des prises alimentaires
184 hors repas.

185 Les changements alimentaires nécessaires pour atteindre l'adéquation nutritionnelle ont été étudiés
186 uniquement chez les SL-Excès. Il a été choisi dans ce modèle de limiter l'augmentation des produits
187 enrichis en vitamines et minéraux (comme les céréales du petit déjeuner et les laits de croissance)
188 lorsqu'ils étaient initialement consommés et également, et de ne pas permettre leur introduction
189 dans les diètes optimisées lorsqu'ils n'étaient pas initialement consommés par l'individu. Cette
190 limitation du recours aux produits enrichis (et aux suppléments) est le choix qui est généralement fait
191 dans les optimisations par programmation linéaire : en effet, il s'agit d'éviter que les modèles
192 s'engouffrent vers une solution de facilité qui serait celle de l'ajout systématique de produits
193 enrichis, afin de pouvoir réellement identifier quels aliments sont à même de couvrir les écarts entre
194 les apports observés et les niveaux imposés par les contraintes nutritionnelles. Au cours de la
195 modélisation des diètes individuelles, il a été impossible de trouver une optimisation pour 1 adulte
196 (soit 0,1% de l'échantillon des SL-Excès) et 175 enfants (n=85, soit 40% des 210 SL-Excès de 3-6 ans;
197 n=31 soit 9% des 353 SL-Excès de 7-11 ans ; et n=59 soit 11% des 551 SL-Excès de 12-17ans). Cette
198 infaisabilité était due à l'incompatibilité entre les contraintes nutritionnelles (dont celle sur
199 l'énergie), les contraintes d'acceptabilité et le répertoire alimentaire de ces individus. Le sous-
200 échantillon d'analyse des changements alimentaires porte sur les individus SL-Excès avec une diète
201 faisable (SL-Excès-optimisables) et comprend 699 adultes et 939 enfants (n=125 de 3-6 ans, n=322 de
202 7-11 ans, n=492 de 12-17 ans). Dans chaque classe d'âge, les changements alimentaires ont été
203 analysés par groupe et sous-groupes d'aliments. Les variations des groupes et sous-groupes
204 d'aliments ont été comparées à zéro (zéro correspondant à une absence de variation). Les
205 contributions des différents groupes d'aliments aux différents types de sucres (totaux, libres, non
206 libres) ont été comparées entre les diètes observées et modélisées. Plus spécifiquement, les

différents types de produits laitiers (laits et yaourts, nature ou sucrés, et les fromages) ont été analysés dans les diètes observées et modélisées.

Toutes les moyennes et tests statistiques ont pris en compte la méthode d'échantillonnage d'INCA2 ainsi que les pondérations nécessaires à la représentativité des populations. Les analyses ont été réalisées séparément dans chacune des 4 classes d'âge.

Le logiciel SAS 9.4 a été utilisé pour la modélisation de diètes et les analyses statistiques. Le seuil de significativité des tests statistiques utilisant le modèle linéaire général (GLM) était de 5%.

Les résultats de modélisation chez les adultes (SL-Compliants et SL-Excès) ont précédemment fait l'objet d'une publication [24].

216

Résultats et discussion

Apport moyen en sucres libres et pourcentage d'individus en excès

L'apport en sucres libres représente en moyenne respectivement 14,7% et 9,5% de l'apport énergétique chez les enfants (3-17 ans) et les adultes (20-75 ans) français (figure 1A). Chez les adultes, cet apport moyen ne prend pas en compte les boissons alcoolisées, dont les apports en sucres libres contribuent à seulement 0,16% de l'apport énergétique total (résultats non montrés).

Le pourcentage de consommateurs de sucres libres en excès (SL-Excès) est de 83% chez les enfants et 41% chez les adultes, et est décroissant avec l'âge (de 92% chez les 3-6 ans à 21% chez les 65-75 ans, figure 1B). Le fort pourcentage de consommateurs de sucres libres en excès chez les enfants s'explique par des apports en sucres libres (en g/j) proches de ceux des adultes malgré des apports énergétiques plus faibles (résultats non montrés).

Chez les adultes, la contribution des sucres libres à l'apport énergétique total et le pourcentage de consommateurs de sucres libres en excès sont plus faibles qu'aux Pays Bas (9,5% vs 13,5% et 41 vs

230 70% respectivement) [22]. Au Royaume-Uni [21], la contribution énergétique des apports en sucres
231 libres des enfants est équivalente à celle des enfants français, alors qu'ils sont plus faibles en
232 Australie (12%), où le pourcentage de consommateurs de sucres libres en excès est estimé à environ
233 70%-75% chez les enfants et 45-60% chez les adultes (avec également un effet décroissant avec l'âge)
234 [20].

235 La répartition par sexe est équivalente entre les SL-Compliants et SL-Excès quel que soit l'âge,
236 excepté pour les 3-6 ans où les SL-Compliants sont plus souvent des garçons (tableau 1). Chez les
237 adultes, les SL-Compliants sont âgés de 10 ans de plus en moyenne que les SL-Excès. Ces derniers
238 déclarent un temps moyen de sédentarité plus élevé (221 min/j) que les SL-Compliants (195 min/j),
239 alors qu'aucune différence n'est trouvée dans les autres tranches d'âge. Chez les adolescents (12-17
240 ans) et les adultes seulement, les SL-Compliants sont plus souvent en surpoids ou obèses (23,9% et
241 47,8% respectivement) que les SL-Excès (10,4% et 29% respectivement), et ils déclarent une plus
242 faible fréquence de consommations hors repas que les SL-Excès (24,2% vs 41,9% chez les
243 adolescents, et 13,1% vs 23,8% chez les adultes déclarant au moins 2 consommations hors repas par
244 jour). A noter que bien que ces résultats soient non significatifs chez les 7-11 ans, les SL-Compliants
245 sont également plus souvent en surpoids ou obèses (39,1%) que les SL-Excès (16,3%). Chez les 3-6
246 ans, aucune différence n'est observée. Ces résultats contre-intuitifs (proportionnellement moins de
247 personnes en surpoids ou obèses chez des forts consommateurs de sucres libres) ont déjà été
248 constatés dans d'autres études transversales, et pourraient s'expliquer par une sous-déclaration
249 d'aliments et boissons à teneur élevée en sucres libres par les individus en surpoids ou obèses [37]
250 ou par le caractère transversal des études.

251

252 *Apports nutritionnels et alimentaires et qualité globale des diètes des sous-populations, SL-*
253 *Compliants et SL-Excès*

254 Le point commun à toutes les tranches d'âge est un apport énergétique hors des repas principaux
 255 plus important chez les SL-Excès que les SL-Compliants (de +75 kcal/j à 171 kcal/j selon la tranche
 256 d'âge, [tableau 2](#)). Chez les enfants, l'apport énergétique des consommations hors repas provient
 257 principalement de prises alimentaires entre le déjeuner et le dîner ([supplément 2 disponible en](#)
 258 [ligne](#)) ; l'analyse n'a pas été faite chez les adultes. Quant à l'apport énergétique journalier, il est
 259 équivalent entre les SL-Compliants et les SL-Excès chez les enfants de 3-6 ans et 7-11 ans alors que
 260 chez les 12-17 ans et les adultes, il est plus élevé chez les SL-Excès par rapport aux SL-Compliants
 261 ([tableau 2](#)). La méthodologie d'INCA2 ne permet pas d'attribuer la totalité de la prise alimentaire
 262 entre le déjeuner et le dîner au moment spécifique du goûter mais ces résultats suggèrent que les
 263 enfants SL-Excès seraient des plus grands consommateurs de goûters, moment où la prise
 264 alimentaire est principalement composée de produits au goût sucré [38].

265 Concernant les sucres libres, dans toutes les tranches d'âge et à tous les moments de consommation,
 266 les SL-Excès consomment plus de sucres libres que les SL-Compliants (de + 31,4 g/j à +45,2g/jour
 267 selon les tranches d'âges) notamment lors des consommations hors repas (34 à 46% des apports
 268 supplémentaires en sucres libres) ([tableau 2](#)).

269 Globalement, les SL-Excès ont une alimentation plus dense en énergie que les SL-Compliants (7-11
 270 ans : 193 vs 178 Kcal/100g, 12-17 ans : 198 vs 182 Kcal/100g, >20ans : 185 vs 165 Kcal/100g), excepté
 271 chez les 3-6 ans, et un MER plus élevé (reflet d'une moindre qualité nutritionnelle), supérieur de 16 à
 272 19 points, expliqué par les apports plus élevés en sucres libres ([tableau 2](#)). Chez les 12-17ans, les SL-
 273 Excès ont un MAR plus élevé (reflet d'une meilleure qualité nutritionnelle) que les SL-Compliants
 274 (78,9% vs 76,7% /j) ce qui peut s'expliquer par un apport énergétique plus élevé de 215kcal/j chez les
 275 SL-Excès. Si le MAR avait été calculé pour 2000kcal, la densité nutritionnelle des diètes des SL-
 276 Compliants aurait été supérieure à celle des SL-Excès, comme dans une étude au Royaume-Uni
 277 [21]. Chez les adultes français de notre étude, les SL-Compliants présentent un MAR plus élevé que

les SL-Excès (84,8 vs 82,4%/j). Ces résultats sont en accord avec ceux d'une revue récente qui montre que les apports en sucres sont associés à une plus faible qualité nutritionnelle des diètes [8].

Dans la diète des SL-Excès, les sucres libres sont apportés principalement par les produits sucrés (de 30,7% à 53,9% des apports totaux selon la classe d'âge) et les boissons (de 18,6% à 33,3% des apports totaux selon la classe d'âge) et, dans une moindre mesure, par les produits laitiers (de 5,1% à 11,5% des apports totaux selon la classe d'âge) (résultats non montrés). Pour un article détaillant les contributeurs en sucres ajoutés et libres dans la population française, voire l'article de V Azaïs-Braesco ce numéro [39].

286

Changements alimentaires pour atteindre un ensemble de recommandations nutritionnelles – Populations SL-Excès-optimisables

Il a été possible de construire une diète optimisée pour la grande majorité des individus SL-Excès, sauf pour les 3-6 ans où seulement 60% des diètes étaient optimisables. Si le modèle avait permis l'introduction de produits enrichis, le taux de faisabilité aurait été probablement plus important, comme cela a été montré avec les laits de croissance dans une population britannique de plus jeunes enfants (12-18 mois) [40].

L'approche de modélisation de diètes individuelles chez les SL-Excès-optimisables a montré que les changements alimentaires nécessaires à l'atteinte des recommandations sont similaires chez les enfants et les adultes (figure 2). Ainsi, l'optimisation se traduit par une augmentation de la quantité de fruits et légumes (+91 à +236 g/j, soit 1 à 3 portions selon la classe d'âge), et de féculents (+77 à +134 g/j, soit environ 1 portion). L'optimisation a diminué les boissons sucrées et les jus de fruits (pour les 2 sous-groupes : de -69,2 g/j à -140,7 g/j soit une réduction de -0,5 à -0,9 portion par jour, supplément 3 disponible en ligne) et a fortement augmenté l'eau surtout chez les enfants (+257 à +554 g/j), et dans une moindre mesure les boissons avec édulcorants. Ceci s'explique par la contrainte imposée dans les modèles pour respecter la recommandation d'apports en eau (en tant

que nutriment), proposée par l'EFSA, qui est notamment très élevée pour les 14-18 ans puisqu'elle est équivalente à celle des adultes (2 L et 2,5 L pour les femmes et les hommes, respectivement) [33]. Or, les enfants français sont encore éloignés de cette recommandation [41], tout comme les enfants du Royaume Uni [42], des Etats-Unis [43] ou de 11 autres pays du monde [44].

L'optimisation aboutit également à une légère augmentation de la quantité de poissons chez les enfants et les adultes, alors que les quantités de viandes sont diminuées chez les adultes et augmentées chez les 3-17 ans (supplément 3 disponible en ligne). Cette différence entre adultes et enfants s'explique par une recommandation en protéines un peu plus élevée chez les enfants, alors que l'apport énergétique est plus faible que chez les adultes et que le modèle est iso-calorique.

Le groupe des produits sucrés se trouve diminué par l'optimisation dans toutes les classes d'âge (-41 à -77 g/j) et cette baisse concerne tous les aliments de ce groupe. Le groupe des produits laitiers se trouve augmenté chez les 7-11 ans (+49 g/j) et les 12-17 ans (+125 g/j), reste stable chez les adultes et diminué chez les 3-6 ans (-37g/j). Ces variations sont expliquées par l'augmentation des laits et yaourts nature chez les 7-11 ans (+57 g/j et +8 g/j respectivement), les 12-17ans (+99 g/j et +6 g/j respectivement) et les adultes (+10 g/j et +7 g/j respectivement), alors que la consommation de fromages est fortement diminuée quelle que soit la tranche d'âge et tout particulièrement chez les 3-6ans (-17 g/j) (figure 3). Dans cette tranche d'âge, les diètes sont optimisables pour seulement 60% des SL-Excès et concernent des enfants ayant déjà dans leurs diètes observées des apports élevés en calcium (1^{er} quartile de la distribution supérieur à l'ANC) et des consommations importantes de produits laitiers (378 g/j en moyenne). *A contrario*, les SL-Excès dont la diète n'est pas optimisable (40% de l'effectif des SL-Excès de 3-6 ans) présentent, en comparaison des SL-Excès optimisables, des apports faibles en calcium (505 mg/j versus 728 mg/j), des niveaux de consommation plus faibles en produits laitiers (232 g/j versus 378 g/j), et une moins bonne qualité de diète (MAR : 84 versus 91%) (résultats non montrés).

328 L'augmentation plus forte des laits nature par rapport aux yaourts nature chez les 7-17 ans peut
329 surprendre car ces aliments ont un profil nutritionnel similaire. Elle peut s'expliquer d'une part, par la
330 fonction objectif du modèle qui privilégie les aliments consommés en grandes quantités, et d'autre
331 part, par la teneur en eau du lait un peu plus importante que celle des yaourts, la recommandation
332 d'apport en eau étant difficile à respecter (particulièrement chez les enfants).

333 De manière générale, les changements alimentaires induits par les modélisations sont en accord avec
334 les recommandations du Programme National Nutrition Santé qui encourage la consommation de
335 fruits et légumes, de féculents et de produits laitiers, et limite la consommation de produits et
336 boissons sucrés, l'eau étant la seule boisson recommandée à volonté [45].

337

338 *Répartition entre les sucres totaux, ajoutés ou libres avant et après optimisation*

339 La répartition entre les différents types de sucres (totaux, libres, non libres) dans les diètes
340 optimisées est similaire pour toutes les classes d'âge (figure 4). Les sucres totaux sont diminués dans
341 les diètes modélisées par rapport aux diètes observées, cette diminution étant la conséquence d'une
342 diminution des sucres libres, compensée partiellement par une augmentation des sucres non-libres
343 (elle-même due principalement à l'augmentation des fruits et légumes). La réduction des sucres
344 libres (-26 à -30g/j, selon la classe d'âge) est obtenue principalement par une diminution dans le
345 groupe des produits sucrés (de -14,3 à -21,3g de sucres libres/j) et dans celui des boissons sucrées et
346 jus de fruits (-6,7 à -13,4 g de sucres libres/j) qui sont les deux plus gros contributeurs en sucres libres
347 dans les diètes observées. En revanche, dans le groupe des produits laitiers (troisième contributeur
348 des sucres libres avec les laits aromatisés, yaourts et fromages frais sucrés), une moindre diminution
349 des sucres libres (-0,7 à -2g /j selon la classe d'âge) voire chez les 12-17 ans, une augmentation de 2,6
350 g/j des sucres libres est observée après modélisation. Ceci peut s'expliquer par le fait que les diètes
351 modélisées doivent respecter en plus de la limite maximale en sucres libres, un ensemble de 32
352 autres contraintes sur les macro- et micronutriments. Ainsi, les aliments contenant des sucres libres

et apportant des nutriments favorables (minéraux, vitamines...) ne sont pas systématiquement diminués. Par exemple, bien que les produits laitiers sucrés contiennent des sucres libres, ils contribuent de manière non négligeable aux apports en calcium.

Le principe de la modélisation est de trouver les combinaisons d'aliments qui permettent de respecter les contraintes nutritionnelles, en s'éloignant le moins possible de la diète observée (en aliments et en poids). Aujourd'hui, cette approche théorique est largement utilisée pour répondre de manière objective à des questions de santé publique [46]. La principale force de la modélisation des diètes individuelles par rapport à la modélisation d'une diète moyenne est l'extrême diversité des solutions obtenues, puisque il existe autant de diètes respectant la totalité des contraintes nutritionnelles (33 dans cette étude) qu'il existe de diètes individuelles optimisables dans un échantillon donné. Cette approche comporte cependant certaines limites comme une intégration partielle de l'acceptabilité et des préférences alimentaires de l'individu ou la non prise en compte des moments de consommation, des associations d'aliments (ex : pain et beurre) ou encore de la consommation en portion pour certains aliments. La faisabilité ou non d'obtenir une solution mathématique résulte de la compatibilité entre les contraintes nutritionnelles, les contraintes d'acceptabilité et le répertoire alimentaire des individus. Ainsi, d'autres choix méthodologiques dans la construction du modèle (par exemple l'autorisation des laits de croissance chez des non consommateurs) auraient conduit à des résultats différents, notamment sur le pourcentage de diètes optimisables [40].

Les résultats de la modélisation individuelle, exprimés en moyenne sur les échantillons d'enfants et d'adultes sont globalement cohérents avec les repères de consommation du PNNS. Cependant, les changements en types et quantités d'aliments sont différents d'un individu à l'autre et aboutissent à des diètes optimisées différentes les unes des autres, ce qui montre qu'il y a mille et une façons alimentaires d'atteindre l'équilibre nutritionnel.

378 **Conclusion**

379 En France, le pourcentage d'individus forts consommateurs de sucres libres est beaucoup plus élevé
380 chez les enfants que chez les adultes et une forte majorité des enfants a des apports excessifs en
381 sucres libres. Les diètes des enfants et adultes forts consommateurs de sucres libres sont de moins
382 bonne qualité nutritionnelle, mais peuvent généralement être optimisées (en s'éloignant le moins
383 possible de la diète observée) par une augmentation notable de la consommation de fruits, légumes,
384 féculents et eau et par une diminution significative de produits sucrés, boissons sucrées et jus de
385 fruits. Néanmoins, compte tenu des contraintes imposées dans le modèle, une exploration
386 complémentaire est nécessaire pour comprendre les raisons pour lesquelles il est impossible
387 d'atteindre une diète nutritionnellement adéquate pour 40% des enfants de 3-6 ans ayant des
388 apports excessifs en sucres libres.

389

390 **Déclarations d'intérêt**

391 MS-Nutrition a obtenu une contribution financière de la part de Danone Produits Frais France pour la
392 conduite de cette étude et la rédaction de cet article. MM et LP sont salariés de MS-Nutrition. AL et
393 SV sont salariées de Danone Nutricia Research. ND n'a pas été rémunérée pour ce travail.

394

Références

- [1] Moynihan PJ, Kelly S a. M. Effect on caries of restricting sugars intake: systematic review to inform WHO guidelines. *J Dent Res* 2014;93:8–18.
- [2] Te Morenga L, Mallard S, Mann J. Dietary sugars and body weight: systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials and cohort studies. *BMJ* 2013;346:e7492.
- [3] Sonestedt E, Overby NC, Laaksonen DE, Birgisdottir BE. Does high sugar consumption exacerbate cardiometabolic risk factors and increase the risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease? *Food Nutr Res* 2012;56.
- [4] Greenwood DC, Threapleton DE, Evans CEL, Cleghorn CL, Nykjaer C, Woodhead C, et al. Association between sugar-sweetened and artificially sweetened soft drinks and type 2 diabetes: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Br J Nutr* 2014;112:725–34.
- [5] Johnson RK, Appel LJ, Brands M, Howard B V, Lefevre M, Lustig RH, et al. Dietary Sugars Intake and Cardiovascular Health. *Circulation* 2009;120:1011–20.
- [6] Prasad K, Dhar I. Oxidative stress as a mechanism of added sugar-induced cardiovascular disease. *Int J Angiol Off Publ Int Coll Angiol Inc* 2014;23:217–26.
- [7] Morenga LA Te, Howatson AJ, Jones RM, Mann J. Dietary sugars and cardiometabolic risk: systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials of the effects on blood pressure and lipids. *Am J Clin Nutr* 2014;100:65–79.
- [8] Louie JCY, Tapsell LC. Association between intake of total vs added sugar on diet quality: a systematic review. *Nutr Rev* 2015;73:837–57.
- [9] World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. vol. 916. 2003.

Comment citer ce document :

Maillot, M., Privet, L., Vaudaine, S., Lluch, A., Darmon, N. (2017). Enfants et adultes forts consommateurs de sucres libres en France : quels changements alimentaires pour respecter les recommandations nutritionnelles ? *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 52 (Supplément 1), S66-S79. . DOI : 10.1016/S0007-9960(17)30200-6

- 418 [10] World Health Organization. WHO Guideline: Sugars intake for adults and children. Geneva:
419 World Health Organization; 2015.
- 420 [11] EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary
421 Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. EFSA J 2010;8:1462.
- 422 [12] ANSES. Avis de l'Anses relatif à l'établissement de recommandations d'apport en sucres.
423 2016.
- 424 [13] The Confederation of the Food and Drink Industry of the EU (CIAA). CIAA Approach to
425 Guideline Daily Amounts (GDAs).Annex 1 to FCP/150/05E- CIAA 1. 2005.
- 426 [14] Azaïs-Braesco V, Sluik D, Maillot M, Kok F, Moreno LA. A review of total & added sugar
427 intakes and dietary sources in Europe. Nutr J 2017;16:6.
- 428 [15] (WHO) WHO. WHO calls on countries to reduce sugars intake among adults and children.
429 WHO 2015.
- 430 [16] Newens KJ, Walton J. A review of sugar consumption from nationally representative dietary
431 surveys across the world. J Hum Nutr Diet 2016;29:225–40.
- 432 [17] Powell ES, Smith-Taillie LP, Popkin BM. Added Sugars Intake Across the Distribution of US
433 Children and Adult Consumers: 1977-2012. J Acad Nutr Diet 2016;116:1543–1550.e1.
- 434 [18] Ervin R B, Ogden L. C. Consumption of Added Sugars Among U.S. Adults, 2005–2010. Natl Cent
435 Heal Stat - Data Br 2013;122.
- 436 [19] Myhre JB, Løken EB, Wandel M, Andersen LF. The contribution of snacks to dietary intake and
437 their association with eating location among Norwegian adults – results from a cross-sectional
438 dietary survey. BMC Public Health 2015;15:369.
- 439 [20] Lei L, Rangan A, Flood VM, Louie JCY. Dietary intake and food sources of added sugar in the
440 Australian population. Br J Nutr 2016;115:868–77.

Comment citer ce document :

Maillot, M., Privet, L., Vaudaine, S., Lluch, A., Darmon, N. (2017). Enfants et adultes forts consommateurs de sucres libres en France : quels changements alimentaires pour respecter les recommandations nutritionnelles ? Cahiers de Nutrition et de Diététique, 52 (Supplément 1), S66-S79. . DOI : 10.1016/S0007-9960(17)30200-6

- 441 [21] Gibson S, Francis L, Newens K, Livingstone B. Associations between free sugars and nutrient
442 intakes among children and adolescents in the UK. *Br J Nutr* 2016;116:1265–74.
- 443 [22] Sluik D, van Lee L, Engelen A, Feskens E. Total, Free, and Added Sugar Consumption and
444 Adherence to Guidelines: The Dutch National Food Consumption Survey 2007–2010. *Nutrients*
445 2016;8:70.
- 446 [23] Dubuisson C, Lioret S, Touvier M, Dufour A, Calamassi-Tran G, Volatier J-L, et al. Trends in food
447 and nutritional intakes of French adults from 1999 to 2007: results from the INCA surveys. *Br J*
448 *Nutr* 2010;103:1035–48.
- 449 [24] Lluch A, Maillot M, Gazan R, Vieux F, Delaere F, Vaudaine S, et al. Individual Diet Modeling
450 Shows How to Balance the Diet of French Adults with or without Excessive Free Sugar Intakes.
451 *Nutrients* 2017;9:162.
- 452 [25] Black AE. Critical evaluation of energy intake using the Goldberg cut-off for energy
453 intake: basal metabolic rate. A practical guide to its calculation, use and limitations. *Int J Obes*
454 2000;24:1119–30.
- 455 [26] Darmon N, Moy F. Un outil à découvrir en nutrition humaine: La programmation linéaire. *Cah*
456 *Nutr Diet* 2008;43:303–12.
- 457 [27] Darmon N, Ferguson EL, Briend A. Impact of a cost constraint on nutritionally adequate food
458 choices for French women: an analysis by linear programming. *J Nutr Educ Behav* 2006;38:82–
459 90.
- 460 [28] Masset G, Monsivais P, Maillot M, Darmon N, Drewnowski A. Diet optimization methods can
461 help translate dietary guidelines into a cancer prevention food plan. *J Nutr* 2009;139:1541–8.
- 462 [29] Okubo H, Sasaki S, Murakami K, Yokoyama T, Hirota N, Notsu A, et al. Designing optimal food
463 intake patterns to achieve nutritional goals for Japanese adults through the use of linear
464 programming optimization models. *Nutr J* 2015;14:57.

Comment citer ce document :

Maillot, M., Privet, L., Vaudaine, S., Lluch, A., Darmon, N. (2017). Enfants et adultes forts consommateurs de sucres libres en France : quels changements alimentaires pour respecter les recommandations nutritionnelles ? *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 52 (Supplément 1), S66-S79. . DOI : 10.1016/S0007-9960(17)30200-6

- 465 [30] Maillot M, Vieux F, Amiot MJ, Darmon N. Individual diet modeling translates nutrient
466 recommendations into realistic and individual-specific food choices. Am J Clin Nutr
467 2010;91:421–30.
- 468 [31] Martin A. Apports nutritionnels conseillés pour la population Française. 3e édition. TEC&DOC.
469 Paris: Lavoisier; 2001.
- 470 [32] Becker W, Lyhne N, Pedersen A, Aro A, Fogelholm M, Phorsdottir I, et al. Nordic Nutrition
471 Recommendations 2004 - integrating nutrition and physical activity. Scand J Nutr
472 2004;48:178–87.
- 473 [33] EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary
474 Reference Values for water | European Food Safety Authority. EFSA J 2010;8:48.
- 475 [34] Maillot M, Vieux F, Delaere F, Lluch A, Darmon N. Dietary changes needed to reach nutritional
476 adequacy without increasing diet cost according to income: An analysis among French adults.
477 PLoS One 2017;12:e0174679.
- 478 [35] Guthrie HA, Scheer JC. Validity of a dietary score for assessing nutrient adequacy. J Am Diet
479 Assoc 1981;78:240–5.
- 480 [36] Vieux F, Soler L-G, Touazi D, Darmon N. High nutritional quality is not associated with low
481 greenhouse gas emissions in self-selected diets of French adults. Am J Clin Nutr 2013;97:569–
482 83.
- 483 [37] Swinburn BA, Caterson I, Seidell JC, James WPT. Diet, nutrition and the prevention of excess
484 weight gain and obesity. Public Health Nutr 2004;7:123–46.
- 485 [38] Francou A, Hébel P. Le goûter en perte de vitesse et loin des recommandations. Consomm
486 Modes Vie 2017;N°290.
- 487 [39] Azaïs-Braesco V, Maillot M. Apports en sucres et principaux contributeurs dans la population

- 488 française. Cah Nutr Diet 2017;Suppl.
- 489 [40] Vieux F, Brouzes CMC, Maillot M, Briend A, Hankard R, Lluch A, et al. Role of young child
490 formulae and supplements to ensure nutritional adequacy in U.K. young children. *Nutrients*
491 2016;8.
- 492 [41] Vieux F, Maillot M, Constant F, Drewnowski A. Water and beverage consumption among
493 children aged 4-13 years in France: Analyses of INCA 2 (Étude Individuelle Nationale des
494 Consommations Alimentaires 2006-2007) data. *Public Health Nutr* 2016;19.
- 495 [42] Vieux F, Maillot M, Constant F, Drewnowski A. Water and beverage consumption patterns
496 among 4 to 13-year-old children in the United Kingdom. *BMC Public Health* 2017;17:479.
- 497 [43] Drewnowski A, Rehm CD, Constant F. Water and beverage consumption among adults in the
498 United States: cross-sectional study using data from NHANES 2005-2010. *BMC Public Health*
499 2013;13:1068.
- 500 [44] Iglesia I, Guelinckx I, De Miguel-Etayo PM, González-Gil EM, Salas-Salvadó J, Kavouras SA, et
501 al. Total fluid intake of children and adolescents: cross-sectional surveys in 13 countries
502 worldwide. *Eur J Nutr* 2015;54:57-67.
- 503 [45] Hercberg S, Chat-Yung S, Chaulia M. The French National Nutrition and Health Program: 2001-
504 2006-2010. *Int J Public Health* 2008;53:68-77.
- 505 [46] Buttriss JL, Briend A, Darmon N, Ferguson EL, Maillot M, Lluch A. Diet modelling: How it can
506 inform the development of dietary recommendations and public health policy. *Nutr Bull*
507 2014;39:115-25.
- 508 [47] Cole TJ, Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness,
509 overweight and obesity. *Pediatr Obes* 2012;7:284-94.
- 510 [48] Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. Protein and amino acid requirements in human

511 nutrition. World Health Organ Tech Rep Ser 2007:1–265, back cover.

512