



HAL
open science

Implications nutritionnelles des directives françaises sur l'offre alimentaire en restauration scolaire et place des plats protidiques

Florent Vieux, Christophe Dubois, Christelle Duchêne, Nicole Darmon

► To cite this version:

Florent Vieux, Christophe Dubois, Christelle Duchêne, Nicole Darmon. Implications nutritionnelles des directives françaises sur l'offre alimentaire en restauration scolaire et place des plats protidiques. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 2019, 54 (1), pp.22-34. 10.1016/j.cnd.2018.09.002 . hal-01886518

HAL Id: hal-01886518

<https://hal.science/hal-01886518>

Submitted on 27 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 **Titre français**

2 Implications nutritionnelles des directives françaises sur l'offre alimentaire en restauration
3 scolaire et place des plats protidiques.

4

5

6 **English title**

7 Nutritional implications of the French guidelines on school meals food supply and place of
8 protein dishes

9

10 **Auteurs**

11 Florent Vieux¹, Christophe Dubois², Christelle Duchêne³, Nicole Darmon⁴⁻⁵.

12

13 **Affiliations**

14 ¹ MS-Nutrition, 13385 Marseille cedex 05, France

15 ² Trophis, 13170 Les Pennes Mirabeau, France

16 ³ CIV– Viande, sciences et société, 207, rue de Bercy, TSA 41309 - 75564 Paris Cedex 12

17 ⁴ UMR NORT, INRA 1260, Aix-Marseille Université, INSERM, 13005 Marseille, France

18 ⁵ UMR MOISA, INRA 1110, CIRAD, SupAgro, CIHEAM-IAMM, Université de Montpellier,
19 34060 Montpellier Cedex 2, France

20

21 **Titre court**

22 Directives nutritionnelles pour les repas scolaires en France

23

24 **Auteur correspondant**

25 Nicole Darmon, UMR MOISA, 2 place Viala, 34060 Montpellier, France. Email:
26 nicole.darmon@inra.fr

27

28 **Mots-clés** : Restauration collective, Ecole primaire, Repas, Enfants, Politique alimentaire.

29

30 **Key-words**: Primary schools, Meals, Children, France, Food policy.

31

32 **Abréviations**

33 AGS : acides gras saturés ; ANM : adéquation nutritionnelle moyenne ; ANSES : Agence
34 nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail ; CIQUAL :
35 Centre d'Information sur la Qualité des Aliments ; DHA : docosa-hexaénoïque acide ; GEM-
36 RCN : Groupe d'Etude des Marchés Restauration Collective et Nutrition ; OMS : Organisation
37 Mondiale de la Santé

38

39 **Déclaration d'intérêt**

40 L'étude dont est issu le travail présenté ici a été financée par France AgriMer ; par le CIV –
41 Viande, sciences et société avec le soutien d'INTERBEV (Interprofession Bétail et Viande),
42 d'INAPORC (Interprofession Nationale Porcine) et de Restau'co (réseau de professionnels de
43 la restauration collective en gestion directe) ; par le SNRC (Syndicat National de la
44 Restauration Collective) et par INTERFEL (Interprofession des fruits et légumes frais).

45 Florent Vieux est employé de MS-Nutrition, société qui a reçu des financements pour la
46 réalisation de cette étude. Christophe Dubois est employé de Trophis, société qui a reçu des
47 financements pour la réalisation de cette étude. Christelle Duchêne est employée du CIV,
48 société qui a reçu des financements pour la réalisation de cette étude.

49

50 **Remerciements**

51 A l'ensemble des membres du comité de pilotage de l'étude, à Malu-Séverine Sangolo-
52 Gaubard et Elisabeth Cadiou pour la saisie des données ainsi qu'à Marie-Line Huc et Michel
53 Darmon pour la réalisation de travaux préliminaires.

54 Le rapport complet de l'étude est librement accessible sur

55 <https://prodinra.inra.fr/?locale=fr#!ConsultNotice:433582>

56

57 Ce manuscrit est adapté d'un article déjà publié dans la revue Nutrients (Vieux F, Dubois C,
58 Duchêne C, Darmon N. Nutritional Quality of School Meals in France: Impact of Guidelines
59 and the Role of Protein Dishes. Nutrients, 2018, 10, 205; doi:10.3390/nu10020205

60 <http://www.mdpi.com/2072-6643/10/2/205/pdf>

61

62 **Résumé**

63 Les directives françaises pour la restauration scolaire prévoient, pour chaque série de 20
64 repas successifs, le respect de 15 critères relatifs à la fréquence de service de certains plats.
65 L'objectif de l'étude était d'analyser les implications, en termes de qualité nutritionnelle des
66 séries de repas, du respect ou non-respect de ces critères fréquents, notamment ceux
67 portant sur le plat protidique. Partant de 40 séries de 20 repas successifs servis dans des
68 écoles primaires, plusieurs séries de repas ont été simulées selon le respect ou non des
69 critères, et la qualité nutritionnelle a été estimée par l'adéquation nutritionnelle moyenne
70 (ANM) en 23 nutriments « positifs », ainsi que par les teneurs en lipides, acides gras saturés
71 (AGS) et sucres libres.

72 Les séries observées respectaient en moyenne 9,7 critères fréquents (min 4, max 14).
73 Dans les séries simulées, l'ANM augmentait avec le respect des critères et diminuait suite au
74 retrait du plat protidique ou à son remplacement par des plats sans viande ni poisson. Quel
75 que soit le scénario, les teneurs en sucres libres étaient inférieures au maximum
76 recommandé. Concernant les lipides et les AGS, ils diminuaient suite au respect des 15
77 critères ou au retrait du plat protidique, mais les teneurs les plus élevées étaient atteintes
78 suite au remplacement du plat protidique par des plats sans viande ni poisson. Cette étude
79 met en évidence l'intérêt nutritionnel des critères fréquents, et souligne la nécessité de
80 définir la composition et la fréquence de service des plats sans viande ni poisson.

81

82

83 **Abstract**

84 The French guidelines for school meals provide for a series of 20 consecutive meals the
85 compliance of 15 criteria related to the frequency of service of certain dishes. The objective
86 of this study was to estimate how compliance or non-compliance with these criteria,
87 particularly those relating to the protein dish, affects overall nutritional quality. Starting
88 from 40 series of 20 consecutive meals served in primary schools, several series were
89 simulated according to the compliance or non-compliance with frequency criteria, and
90 nutritional quality was estimated by mean adequacy ratio (MAR) for 23 "positive" nutrients,
91 as well by the content of fats, saturated fatty acids (SFA) and free sugars.

92 The series observed respected on average 9.7 frequency criteria (min 4, max 14). In the
93 simulated series, the MAR increased with the respect of the criteria and decreased when

94 meat or fish-based dishes were removed or replaced by dishes without meat or fish
95 withdrawal of the protein dish or its replacement by dishes without meat or fish. Whatever
96 the scenario, free sugars were below the recommended maximum. Fats and SFA decreased
97 as a result of meeting the 15 criteria; they also decreased following the withdrawal of the
98 protein dish, but the highest levels were reached following replacement by dishes without
99 meat or fish. This study shows the nutritional benefits of the frequency criteria, and
100 highlights the need to define the composition of dishes without meat or fish and their
101 frequency of service to children.

102 Introduction

103 Le plan Européen d'action sur l'obésité infantile [1] et de nombreux autres documents
104 officiels - répertoriés dans un rapport récent de la commission européenne [2] - soulignent le
105 fait que l'école offre un cadre privilégié pour la promotion de comportements favorables à la
106 santé, en matière d'activité physique et d'alimentation notamment. Ce rapport [2] considère
107 que la mise à disposition d'une offre alimentaire saine et équilibrée dans les écoles est en
108 mesure d'améliorer les habitudes alimentaires, de diminuer l'incidence du surpoids et de
109 l'obésité infantiles, d'accroître l'assiduité et les performances scolaires, de contribuer à
110 réduire les inégalités de santé et de sensibiliser les enfants à la santé. Tous les états-
111 membres de l'Union Européenne ont considérablement progressé dans ce domaine, avec la
112 mise en place de politiques nutritionnelles scolaires, volontaires ou obligatoires, dans les
113 différents pays [3]. Cependant, la traduction concrète de ces politiques en termes d'offre
114 alimentaire dans les écoles n'est pas toujours aisée [2].

115 L'office régional de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) [4] tout comme le Parlement
116 Européen [5] ont souligné la nécessité de proposer aux enfants des aliments plus sains à
117 l'école, notamment à travers le développement ou l'amélioration de recommandations
118 nutritionnelles spécifiques. La qualité nutritionnelle des repas consommés à l'école est
119 souvent meilleure que celle des repas consommés à domicile [6,7]. La plupart des pays
120 européens se sont dotés de recommandations spécifiques pour la restauration scolaire, mais
121 seuls le Royaume-Uni, le Portugal [8], et plus récemment la France [9,10], les ont rendues
122 obligatoires.

123 En France, c'est l'ensemble de la restauration collective qui fait l'objet de recommandations
124 nutritionnelles depuis 2001. Ces recommandations ont été élaborées, et régulièrement
125 mises à jour [11–13] par le Groupe d'Etude des Marchés Restauration Collective et Nutrition
126 (GEM-RCN), une instance de concertation incluant les principaux partenaires publics et
127 privés impliqués dans la restauration collective en France, officiellement réunis sous l'égide
128 du ministère de l'économie. Ces recommandations poursuivent un objectif nutritionnel et de
129 santé publique tout en tenant compte des contraintes et des pratiques des professionnels de
130 terrain (notamment en matière d'approvisionnement), des habitudes alimentaires des
131 convives et du souhait de favoriser la convivialité ainsi que l'éducation des enfants à la
132 diversité alimentaire [11–13]. La recommandation Nutrition du GEM-RCN définit le format
133 général des repas, préconise des tailles de portions pour les plats et aliments fréquemment

134 servis en restauration collective, et recommande les fréquences de service de 15 types de
135 plats dans une série de 20 repas de midi successifs (soit environ 4 semaines scolaires). Ces 15
136 critères fréquentiels sont devenus réglementaires dans tous les établissements scolaires en
137 2011 [9,10]. Des études conduites par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de
138 l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) avant que les recommandations
139 deviennent obligatoires ont montré qu'elles n'étaient pas suffisamment connues, expliquant
140 qu'elles soient peu appliquées par les professionnels [14,15]. De plus, les études quantifiant
141 la relation entre le respect de ces directives et la qualité nutritionnelle des repas scolaires
142 restent limitées [15], ce qui peut fragiliser leur application.

143 La restauration scolaire fait l'objet d'autres attentes que purement nutritionnelles, telles que
144 l'éducation au goût, le respect des traditions et habitudes alimentaires, le soutien de
145 l'agriculture locale, la lutte contre le gaspillage ou la protection de l'environnement [16]. Les
146 plats protidiques en particulier, font l'objet de préoccupations multiples. Le groupe des
147 viandes/œufs/poissons est une source privilégiée de nombreux nutriments essentiels dans
148 l'alimentation des français et ils y consacrent plus du quart de leur budget alimentaire [17].
149 A ces spécificités nutritionnelles et économiques, viennent s'ajouter des préoccupations
150 d'ordre environnemental [18,19]. En effet, selon un rapport de l'Agence de l'environnement
151 et la maîtrise de l'énergie (ADEME), la catégorie d'aliments « viande/poisson/œufs »
152 représenterait 21% des pertes et gaspillage alimentaire en restauration collective (scolaire,
153 de santé et d'entreprise) en France, mais 46 % des coûts et 77% des émissions de gaz à effet
154 de serre induits par ces pertes [20]. Pour ces raisons, il est donc important d'étudier les
155 sources alternatives de protéines [19]. En restauration collective, le cas du plat protidique
156 soulève aussi des questionnements d'ordre socioculturel puisque les viandes, et dans une
157 moindre mesure les poissons, font l'objet de demandes spécifiques ou bien d'exclusion de la
158 part d'individus et groupes de population qui mettent en avant certaines valeurs, raisons ou
159 principes d'ordre religieux, éthique, politique, psychologique, idéologique [21].

160 En se basant sur des séries de repas effectivement servis dans des écoles primaires en
161 France, l'objectif de la présente étude était d'analyser les implications, en termes de qualité
162 nutritionnelle des séries de repas, de différents scénarios de respect ou non-respect des
163 critères fréquentiels de service des plats, ainsi que de modification des pratiques en
164 particulier concernant le plat protidique.

165

166 **Matériel et méthodes**

167 La recommandation Nutrition du GEM-RCN [13] pour la restauration collective définit le
168 format général des repas en cinq composantes (Entrée, Plat protidique, Accompagnement,
169 Produit laitier, Dessert), préconise des tailles de portions pour les plats et aliments les plus
170 fréquemment servis en restauration collective, et recommande des fréquences de service
171 pour 15 types de plats dans une série de 20 repas de midi successifs (soit environ 4 semaines
172 scolaires). Ces 15 types de plats sont eux-mêmes définis par des critères fondés sur une ou
173 plusieurs caractéristiques du plat telles que la composante concernée dans le repas (par
174 exemple entrée), et/ou la teneur du plat en certaines catégories d'aliments (par exemple
175 proportion de légumes) et/ou en certains nutriments (par exemple teneur en lipides pour
176 100g, ou teneur en calcium par portion), ou d'autres caractéristiques du produit servi
177 (cru/cuit, non haché/haché...). L'ensemble [critère, fréquence associée] forme un « critère
178 fréquentiel ». Par exemple, les plats répondant au critère "Entrées contenant plus de 15 %
179 de lipides" doivent être servis au maximum 4 fois dans une série de 20 repas successifs. Le
180 **Tableau 1** indique les 15 critères fréquentiels. Le respect de ces 15 critères fréquentiels est
181 devenu obligatoire dans tous les établissements scolaires en 2011 [9,10], alors que les tailles
182 de portions restent indicatives (excepté pour les produits de type industriel).

183 La **Figure 1** présente un aperçu général de la méthodologie de l'étude. Les données d'entrée
184 étaient les séries de repas réellement servis dans les écoles primaires («séries observées»),
185 la liste des 15 critères fréquentiels, les fiches techniques, les recettes et la composition
186 nutritionnelle des ingrédients. Pour évaluer les implications nutritionnelles des critères
187 fréquentiels, des séries de repas ont été simulées selon cinq scénarios de respect ou non-
188 respect des critères fréquentiels, en particulier ceux concernant le plat protidique.

189 La recommandation Nutrition du GEM-RCN [13] définit la composante plat protidique
190 comme « la principale source de protéines du repas » et stipule qu'elle peut être composée
191 de viandes, de produits de la mer ou d'eau douce, d'œufs ainsi que de céréales associées à
192 des protéagineux. Néanmoins, la fréquence de service des plats constitués céréales
193 associées à des protéagineux est limitée par le critère : « Plats protidiques contenant moins
194 de 70% du poids recommandé de la portion de viande, de poisson ou d'œufs : 3/20 max ». Il
195 faut également noter que la recommandation Nutrition du GEM-RCN considère les plats
196 « sans viande ni poisson » comme des plats « végétariens » [13].

197

198 Collecte des données

199 Des données ont été collectées pour 40 séries de 20 repas de midi effectivement servis dans
200 des écoles primaires en France. Ces séries sont appelées ci-après « séries observées ». Elles
201 ont été fournies par deux partenaires de l'étude, à savoir le SNRC (Syndicat National de la
202 Restauration Collective), représentant les entreprises de restauration collective à qui la
203 production et la gestion des repas servis dans les écoles est déléguée, et Restau'Co (réseau
204 de professionnels de la restauration collective en gestion directe), représentant des
205 organismes de restauration en gestion directe. Les deux partenaires ont contacté par
206 courrier leurs réseaux afin d'inciter chacun une dizaine d'organismes à participer à l'étude,
207 les plus diversifiés possible en termes de type de fonctionnement (repas produits sur place
208 ou en cuisine centrale), de nombre d'employés, de situation géographique, de taille de
209 commune et de nombre de repas servis. Pour chaque organisme, cette participation
210 consistait à fournir deux séries, une durant le printemps (principalement mai et juin) et
211 l'autre durant l'automne (principalement octobre et novembre). Ainsi, 40 séries de repas ont
212 été collectées (2 partenaires x 10 organismes pour chaque partenaire x 2 séries pour chaque
213 organisme). Pour chaque série de 20 repas, la dénomination des plats, ainsi que la fiche
214 technique de chaque plat, c'est-à-dire les ingrédients et les quantités utilisées pour chaque
215 plat ont été fournis. A noter que même les aliments simples, comme une banane ou un
216 yaourt, ont fait l'objet d'une fiche technique. Un cahier des charges était envoyé à chaque
217 organisme afin de garantir au maximum l'homogénéité, la qualité et la précision des
218 données. Chaque série était constituée de 20 repas du midi servis lors de 20 jours d'école
219 successifs. La quasi-totalité des repas (94%) était constituée de 5 composantes : Entrée, Plat
220 protidique, Accompagnement, Produit laitier, Dessert.

221 La saisie de la composition en ingrédients de chaque plat a été assurée par un expert de la
222 profession (diététicien) et la composition nutritionnelle de chaque plat a été estimée à l'aide
223 de la table de composition nutritionnelle des aliments Ciqual 2013 [22]. Les plats ont été
224 répertoriés selon leur composante (par exemple, entrée), la catégorie alimentaire (par
225 exemple, légumes) de leur ingrédient principal, et des autres informations nécessaires
226 (cru/cuit, haché/non haché...) à leur classification au regard des 15 critères fréquents. Une
227 quantité de pain (50 g), considérée comme usuelle par les partenaires, a été ajoutée à
228 chaque repas. Les quantités de sel mises en œuvre dans les plats étaient particulièrement

229 difficiles à estimer par les professionnels. C'est pourquoi les analyses basées sur les teneurs
230 en sodium des plats ne sont pas présentées.

231 Le poids total de chaque plat a fait l'objet de 2 saisies :

232 - saisie des grammages « observés », en sommant les poids de chaque ingrédient indiqué sur
233 la fiche technique, (en tenant compte de facteurs standards de perte de poids à la cuisson),
234 rapportés au nombre de convives. Ces grammages ont été utilisés dans la partie d'étude
235 portant sur les 40 séries observées.

236 - saisie des grammages « recommandés » en affiliant aux différents types de plats les
237 grammages préconisés par la Recommandation Nutrition du GEM-RCN [13]. Ces grammages
238 ont été utilisés dans la partie d'étude portant sur les simulations.

239

240 Indicateurs de qualité nutritionnelle

241 La qualité nutritionnelle des séries de 20 repas a été estimée par l'Adéquation Nutritionnelle
242 Moyenne (ANM), un indicateur qui estime le pourcentage moyen d'adéquation aux
243 recommandations d'apports journaliers en nutriments essentiels (ou « positifs ») [23]. Dans
244 la présente étude, l'ANM a été calculée en prenant en compte 23 nutriments « positifs »
245 (protéines, fibres, acides gras essentiels, vitamines, minéraux).

246 Les recommandations d'apports journaliers appliquées dans la présente étude pour chacun
247 de ces nutriments sont indiquées dans le **Tableau 2**. Ces valeurs ont été obtenues en
248 pondérant les apports nutritionnels conseillés en France pour les différentes classes d'âge et
249 de sexe [24] par la structure d'âge et de sexe de la population concernée, c'est-à-dire les
250 enfants de 4 à 13 ans fréquentant l'école primaire [25]. Par exemple, la recommandation en
251 calcium de 924 mg a été obtenue en tenant compte des recommandations par classes d'âge
252 (c.-à-d. 700 mg pour les 4 à 6 ans, 900 mg pour les 7 à 9 ans et 1200 mg pour les 10 à 13 ans,
253 sans distinction de sexe) et la représentativité de chaque classe d'âge (19,8%, 58,9% et
254 21,3% respectivement).

255 L'ANM a été calculée selon les équations décrites par Vieux et al [26], d'une part pour
256 chaque série de 20 repas car la série est l'unité pertinente au regard de la réglementation et
257 d'autre part pour 2000 kcal afin d'avoir un aperçu de la qualité nutritionnelle de la série (en
258 supposant qu'elle soit l'unique source alimentaire pour un besoin énergétique journalier de
259 référence égal à 2000 kcal).

260

261 Comme généralement préconisé [23] et décrit par Vieux et al [26], lorsque la teneur en un
262 nutriment, calculée pour une série de 20 repas ou pour 2000 kcal, dépassait la
263 recommandation correspondante, on rapportait la teneur au niveau de la recommandation
264 afin d'éviter qu'une teneur élevée en certains nutriments ne compense une teneur faible en
265 d'autres. Ainsi, l'ANM et l'ANM /2000 kcal avaient un score maximum théorique égal à 100.
266 Les teneurs en lipides, acides gras saturés et sucres libres ont été également calculées. Les
267 sucres libres sont définis par l'OMS comme les sucres ajoutés aux aliments plus les sucres
268 naturellement présents dans le miel, les sirops et jus de fruits [27].

269

270 Scores de respect des critères fréquentiels

271 Deux scores ont été développés pour estimer le niveau de respect des critères fréquentiels.
272 Le score « nombre de critères respectés » est la somme de 15 sous-scores correspondant au
273 respect de chacun des 15 critères fréquentiels. Si la série respecte un critère, un sous-score
274 de 1 est attribué, si elle ne le respecte pas, le sous-score est de 0. Une série peut donc
275 obtenir un score allant de 0 à 15. Lorsque la série ne respecte pas un critère fréquentiel, ce
276 score présente cependant l'inconvénient de ne pas prendre en compte l'éloignement par
277 rapport à la fréquence réglementaire. C'est pourquoi un autre score, appelé « score de
278 respect relatif » a été développé. Ce score est également une somme de 15 sous-scores
279 correspondant au respect de chacun des 15 critères. Cependant lorsqu'un critère n'est pas
280 respecté, un sous-score inférieur à 1, mais d'autant plus proche de 1 que la fréquence
281 observée est proche de la fréquence réglementaire, lui est attribué. Dans ce cas, le sous-
282 score est égal à $(1 - \text{la valeur absolue de l'écart relatif})$, l'écart relatif étant égal à $[(\text{fréquence}$
283 $\text{observée} - \text{fréquence recommandée}) / \text{fréquence recommandée}]$.

284 Par exemple, pour le critère « Entrées contenant plus de 15 % de lipides : 4/20 max », une
285 série qui contient 4 entrées de ce type obtient un sous-score de 1 pour les deux scores ; une
286 série qui contient 5 entrées de ce type obtient un sous-score de 0 pour le premier score et
287 un sous-score de 0,75 pour le second score ; une série qui contient 7 entrées de ce type
288 obtient un sous-score de 0 pour le premier score et un sous-score de 0,25 pour le second
289 score.

290

291

292 Génération de séries simulées

293 Des simulations ont été effectuées pour analyser la relation entre le respect des critères
294 fréquents et la qualité nutritionnelle. Cela a été fait en raison de l'absence prévue, dans
295 l'échantillon observé, de séries respectant l'ensemble des 15 critères fréquents et de
296 séries n'en respectant aucun, ainsi que de séries sans viande ni poisson.

297 Cinq situations différentes ont été simulées selon 5 scénarios (Figure 1). Pour chaque
298 scénario, 1600 séries de 20 repas ont été générées, correspondant à 32 000 repas par
299 scénario (soit 160 000 repas en tout pour l'ensemble des 5 scénarios). Quel que soit le
300 scénario, seuls les grammages recommandés ont été appliqués au poids de chaque plat dans
301 les simulations, afin de pouvoir étudier spécifiquement les implications des critères
302 fréquents, en termes de qualité nutritionnelle des séries, sans que la taille des portions
303 servies dans les séries observées puisse interférer dans les résultats.

304 - Dans le premier scénario, des séries de repas « Conformes aux séries observées » ont
305 été générées afin de disposer de séries proches de l'observé tout en gagnant une puissance
306 statistique élevée. Chaque série observée a été démultipliée 40 fois en conservant à
307 l'identique sa structure, c'est-à-dire les fréquences de service des plats réellement servis
308 dans cette série pour chaque critère fréquentiel. Par exemple, si une série observée
309 comportait 5 « Entrées contenant plus de 15 % de lipides », toutes les séries simulées à
310 partir de cette série comprenaient aussi 5 « Entrées contenant plus de 15 % de lipides » Puis,
311 des plats ont été affectés aléatoirement à chaque structure, en prenant en compte, pour
312 chaque plat, sa classification au regard des 15 critères, et son niveau d'apparition dans les
313 séries observées. Par exemple, pour une série simulée dont la structure indiquait la présence
314 de 5 « Entrées contenant plus de 15 % de lipides », ces 5 entrées ont été tirées dans la liste
315 des « Entrées contenant plus de 15 % de lipides » servies dans la totalité des 40 séries
316 observées, tout en conservant dans ce tirage, le niveau d'apparition de chaque plat (par
317 exemple, si un plat de céleri rémoulade à plus de 15% de lipides était servi 10 fois plus
318 souvent qu'un feuilleté au fromage à plus de 15% de lipides dans les séries observées; ce
319 rapport de 10 pour 1 était conservé dans les séries simulées). Au total 1600 (40 x 40) séries
320 ont ainsi été simulées dans ce scénario.

321 - Dans le second scénario, des séries de repas « Respect total des critères fréquents
322 », dans lesquelles les critères fréquents réglementaires étaient totalement respectés ont
323 été générées. L'ensemble des structures compatibles avec le respect des critères

324 fréquentiels tout en restant dans les fourchettes de fréquences réalistes a d'abord été
325 dénombré. Ces fourchettes respectant les critères de façon réaliste ont été identifiées à
326 partir des 40 séries observées de la façon suivante : admettons par exemple, que toutes les
327 séries observées respectant le repère fréquentiel « Entrées contenant plus de 15 % de
328 lipides : 4/20 max », comportent toujours au moins 2 (et jamais 0 ou 1) « Entrées à plus de
329 15% de lipides », alors la fourchette de fréquence respectant réalistement le critère serait 2-
330 4 (bien que la fourchette autorisée soit 0-4). Au total, 3 024 000 structures de séries
331 respectant de façon réaliste l'ensemble des 15 critères fréquentiels ont été dénombrées, au
332 sein desquelles 1600 structures ont été tirées de façon à obtenir la même représentativité
333 de respect de chaque critère (par exemple, si, parmi les séries observées qui respectent le
334 critère « Entrées contenant plus de 15 % de lipides : 4/20 max », on observait 25% d'entre
335 elles contenant 2 entrées contenant plus de 15 % de lipides , 25% contenant 3 entrées
336 contenant plus de 15 % de lipides et 50% contenant 4 entrées contenant plus de 15 % de
337 lipides, ces proportions étaient maintenues dans la simulation). Puis, comme
338 précédemment, des plats ont été affectés à chacune des 1600 structures, en prenant en
339 compte, pour chaque plat, sa classification au regard des 15 critères, et son niveau
340 d'apparition dans les séries observées.

341 - Dans le troisième scénario, des séries « Aucun respect des critères fréquentiels » qui
342 ne respectaient aucun des critères fréquentiels réglementaires ont été générées. Là encore,
343 un certain réalisme et une certaine représentativité ont été recherchés, en évitant des
344 fréquences jamais enregistrées dans les 40 séries observées et en reportant le niveau
345 d'éloignement du respect du critère fréquentiel. Par exemple, si aucune série observée ne
346 comportait 10 « Entrées à plus de 15% de lipides », c'était également le cas pour les séries
347 « Aucun respect des critères fréquentiels ». De plus, si, parmi les séries observées ne
348 respectant pas le critère « Entrées à plus de 15% de lipides : 4/20 max », 75% d'entre elles
349 en contenaient 5 et 25% en contenaient 6, ces proportions étaient reportées dans la
350 simulation. Ce souci du réalisme nous a également conduits à décider que, au cas où un
351 critère fréquentiel serait respecté dans la totalité des séries observées, il le serait aussi dans
352 les séries « Aucun respect des critères fréquentiels ».

353 - Dans le quatrième scénario, des séries de repas « Retrait du plat protidique, sans
354 remplacement » ont été générées en supprimant tous les plats protidiques dans les séries
355 « Respect total des critères fréquentiels » (générées dans le second scénario).

356 - Dans le cinquième et dernier scénario, des séries de repas « Remplacement des
357 viandes et poissons par d'autres plats » ont été générées en remplaçant de façon aléatoire,
358 dans les séries « Respect total des critères fréquentsiels » (générées dans le second scénario),
359 les plats protidiques et les entrées contenant de la viande ou du poisson par des plats
360 protidiques et des entrées sans viande ni poisson. Les 40 séries observées de 20 repas ne
361 contenaient que 25 plats protidiques sans viande ni poisson. Afin d'avoir suffisamment de
362 diversité dans les séries simulées pour ce scénario de remplacement, 32 plats protidiques
363 sans viande ni poisson additionnels ont été spécifiquement collectés auprès des partenaires.
364 Ces fiches techniques complémentaires correspondaient à des plats réellement servis en
365 restauration scolaire comme alternative aux plats de viande ou poisson. Une étude
366 spécifique a été conduite afin savoir si les 25 plats initialement présents dans les séries
367 observées avaient un profil nutritionnel différent de celui des 32 plats additionnels et ce
368 n'était pas le cas (résultats non montrés mais consultables dans le rapport complet de
369 l'étude, <https://prodinra.inra.fr/?locale=fr#!ConsultNotice:433582>).

370

371 Analyse statistique

372 La distribution du nombre de critères fréquentsiels respectés dans les 40 séries observées a
373 été calculée ainsi que le pourcentage de séries respectant chaque critère. Certains résultats
374 sont présentés après une division par 20, pour obtenir une expression « par repas », plus
375 directement interprétable.

376 Pour les macronutriments, les valeurs ont été exprimées en pourcentage de la teneur
377 énergétique. Pour les fibres, les vitamines et les minéraux, les valeurs ont été exprimées en
378 pourcentage des recommandations d'apports journaliers en nutriments et comparées au
379 pourcentage de la recommandation d'apport journalier en énergie, en considérant qu'une
380 bonne densité nutritionnelle est atteinte lorsque le pourcentage des apports nutritionnels
381 quotidiens recommandés est supérieur au pourcentage des apports énergétiques
382 recommandés. Dans les séries simulées « Conformées aux séries observées » (scénario 1),
383 l'association entre les scores de respect des critères fréquentsiels et la qualité nutritionnelle
384 (estimée par l'ANM/2000 kcal) a été analysée, représentée par des diagrammes de
385 dispersion et testée par des coefficients de corrélation de Spearman. Enfin, les moyennes de
386 MAR/2000kcal, teneurs en lipides, en acides gras saturés et sucres libres ont été comparées
387 entre les 5 scénarios par une analyse statistique GLM (modèle général linéarisé) avec

388 ajustement de Bonferroni. Les variances de ces indicateurs entre les différents scénarios ont
389 également été comparées pour vérifier la différence d'étendue de certaines distributions.

390

391 **Résultats**

392 Répartition des plats dans les séries observées

393 Les entrées étaient surtout composées de légumes ; les plats protidiques étaient constitués
394 principalement de plats à base de porc, de volaille, de viandes de bœuf, veau, agneau et de
395 poisson ; les produits laitiers étaient composés majoritairement de fromage ; les
396 accompagnements comportaient des féculents et des légumes ; les desserts étaient
397 principalement des fruits, et moins souvent des produits sucrés et des desserts lactés
398 (résultats non montrés ici, mais consultables dans le rapport complet de l'étude,
399 <https://prodinra.inra.fr/?locale=fr#!ConsultNotice:433582>).

400

401 Respect des critères fréquentiels dans les séries observées

402 En moyenne, 9,7 critères fréquentiels sur 15 étaient respectés dans l'échantillon des 40
403 séries observées, avec un minimum de 4 et un maximum de 14. Le pourcentage de respect
404 dans les 40 séries observées était variable selon les critères fréquentiels considérés (**Tableau**
405 **1**). Seulement deux critères fréquentiels étaient systématiquement respectés par les 40
406 séries : les « Produits à frire ou pré-frits contenant plus de 15 % de lipides » (4/20 max) ainsi
407 que les « Desserts ou laitages contenant plus de 20 g de glucides simples totaux par portion
408 et moins de 15 % de lipides » (4/20 max). Les critères fréquentiels concernant les « Entrées
409 contenant plus de 15 % de lipides » (4/20 max) et les « Desserts contenant plus de 15 % de
410 lipides » (3/20 max) comptaient ensuite parmi les mieux respectés. Les critères s'exprimant
411 par une égalité stricte, à savoir « Légumes cuits, autres que secs, seuls, ou en mélange
412 contenant au moins 50 % de légumes » (=10/20) et « Légumes secs, féculents ou céréales,
413 seuls, ou en mélange contenant au moins 50 % de légumes secs, féculents ou céréales »
414 (=10/20), étaient difficilement respectés (27,5 % de respect chacun)). Le critère le moins
415 souvent respecté (25% de respect) était celui limitant les « Plats protidiques contenant
416 moins de 70 % du grammage recommandé pour la portion de viande, poisson ou œuf »
417 (3/20 max). Il faut noter que les plats répondant à ce critère sont très hétérogènes, en
418 termes de composition en ingrédients, et donc en nutriments : on y trouve par exemple
419 des nuggets, des lasagnes, des légumes farcis, des quiches, mais aussi des plats totalement

420 végétariens tels que des quenelles à la tomate, des pizzas au fromage ou du riz à
421 l'andalouse.

422

423 Qualité nutritionnelle des séries observées

424 Une série observée de 20 repas procurait en moyenne 14 232kcal, soit 712 kcal par repas,
425 avec une contribution énergétique des protéines, des lipides et des glucides égale à 18 %, 33
426 % et 46 % respectivement, et celle des sucres libres et des AGS égale à 4,5 % et 12,5 %,
427 respectivement (résultats non montrés ici, mais consultables dans le rapport complet de
428 l'étude, <https://prodinra.inra.fr/?locale=fr#!ConsultNotice:433582>).

429 Les séries observées apportaient en moyenne 35,6% des recommandations d'apports
430 journaliers en énergie. L'ANM atteignait 49,3%, donc nettement au-dessus du seuil moyen
431 de 35,6% de couverture des recommandations d'apports en énergie, indiquant une très
432 bonne densité nutritionnelle des séries observées (Tableau 2). Lorsque les nutriments à
433 favoriser étaient considérés séparément, pour trois-quarts d'entre eux, les séries observées
434 apportaient significativement plus que le seuil de 35,6% des recommandations d'apports
435 journaliers. La teneur en vitamine C (35,0%) n'était pas significativement différente du seuil
436 de 35,6%, et les teneurs en calcium (32,2%) et potassium (33,6%) étaient faiblement mais
437 significativement inférieures au seuil. C'est uniquement pour l'acide alpha-linolénique
438 (20,4%) et la vitamine D (17,3%) que ce pourcentage était nettement inférieur au seuil de
439 couverture des recommandations pour l'énergie.

440 Les 5 composantes des repas participaient de façon inégale à la couverture des apports
441 recommandés en nutriments, et de façon hétérogène selon le nutriment considéré (**Figure**
442 **2**). Les entrées étaient les principaux contributeurs pour l'acide linoléique, l'acide alpha-
443 linoléique et les vitamines A et E. Les plats protidiques apportaient la majeure partie des
444 protéines, du DHA, des vitamines B3, B6, B12 et D, ainsi que du fer, du zinc, de l'iode et du
445 sélénium. Les accompagnements étaient les contributeurs principaux pour les fibres, la
446 vitamine B9, le potassium, le magnésium et le cuivre. Les produits laitiers et les desserts
447 étaient les contributeurs majoritaires pour le calcium et la vitamine C, respectivement.

448

449 Qualité nutritionnelle des séries simulées

450 Pour les séries « Conformes aux séries observées », le niveau de respect des critères
451 fréquents, quel que soit le score utilisé, était positivement corrélé avec l'ANM/2000kcal

452 **(Figure 3)**. Cette corrélation atteignait un plateau - égal à 10 pour le « nombre de critères
453 respectés » et à 13 pour le « score de respect relatif »- au-delà duquel la relation n'était plus
454 significative.

455 Les séries « Respect total des critères fréquentsiels » avaient en moyenne une ANM/2000kcal
456 plus élevée que les autres séries simulées (**Figure 4**). De plus, dans ces séries « Respect total
457 des critères fréquentsiels », l'écart-type de l'ANM/2000kcal était significativement plus faible
458 que dans les autres séries, suggérant que le respect des critères fréquentsiels permet d'éviter
459 l'existence de séries avec de faibles valeurs d'ANM/2000kcal.

460 Les séries « Aucun respect des critères fréquentsiels » avaient une qualité nutritionnelle plus
461 faible (plus faible ANM/2000kcal, plus forte contribution énergétique des lipides, des AGS et
462 des sucres libres) que les séries « Respect total des critères fréquentsiels » et les séries
463 « Conformes aux séries observées ».

464 Dans les séries « Retrait du plat protidique sans remplacement », les contributions
465 énergétiques des lipides et des AGS étaient plus faibles que dans les autres séries simulées
466 mais l'ANM/2000kcal était significativement plus faible et la contribution énergétique des
467 sucres libres était plus élevée.

468 Les séries « Remplacement des viandes et poissons par d'autres plats » étaient les séries
469 dans lesquelles la contribution énergétique des AGS était la plus élevée, de même que la
470 contribution des lipides, qui était aussi forte que dans les séries « Aucun respect des critères
471 fréquentsiels ». La contribution en sucres libres n'était pas différente de celles des séries
472 « Respect total des critères fréquentsiels ». L'ANM/2000kcal était supérieur à celui des séries
473 « Retrait du plat protidique sans remplacement », mais il était inférieur à l'ANM/2000kcal
474 des trois autres séries simulées, y compris la série « Aucun respect des critères
475 fréquentsiels ».

476

477 **Discussion**

478 Cette étude est la première à avoir étudié finement les implications, en termes de qualité
479 nutritionnelle, des critères fréquentsiels de service des plats définis par les directives
480 françaises. Elle montre que le suivi de ces critères affecte très positivement la qualité
481 nutritionnelle des séries de repas, mais que la généralisation du service de repas sans viande
482 ni poisson détériorerait la qualité nutritionnelle. Ces résultats soulignent la nécessité de

483 mieux définir ce qu'est un plat « végétarien », et de mieux préciser la place de ces plats en
484 restauration scolaire.

485

486 Le volet observationnel de l'étude a été réalisé sur un échantillon de 40 séries de 20 repas
487 servis dans des écoles primaires. L'analyse nutritionnelle de ces séries « observées » a révélé
488 qu'elles avaient une bonne densité nutritionnelle puisqu'elles apportaient
489 proportionnellement plus de nutriments à favoriser (49,3% des recommandations) que de
490 calories (35,6% de la recommandation journalière). Lorsque les nutriments étaient estimés
491 séparément, seuls l'acide alpha-linolénique et la vitamine D, étaient présents en faible
492 quantité par rapport à la recommandation. Or, ces nutriments sont connus pour être
493 largement déficitaires dans l'alimentation des français, enfants comme adultes [28],
494 indiquant qu'il ne s'agit pas là d'un défaut spécifique à la restauration scolaire. En France, un
495 enfant d'âge scolaire sur trois présente une déficience en vitamine D, plaidant en faveur
496 d'une supplémentation hivernale systématique en cette vitamine [29]. Concernant l'acide
497 alpha-linolénique, sa faible teneur dans les séries observées suggère que la recommandation
498 du GEM-RCN d'utiliser des mélanges d'huiles riches en acide alpha-linolénique [13] n'est
499 peut-être pas bien suivie.

500 Le volet simulation de l'étude a permis d'analyser la relation entre le niveau de respect des
501 critères et la qualité nutritionnelle. En effet, cette analyse n'était pas réalisable avec
502 l'échantillon des séries observées du fait de leur relativement faible nombre (n=40), mais
503 aussi de l'absence, dans cet échantillon, de séries respectant la totalité des critères, comme
504 de séries ne les respectant pas du tout. La génération d'un très grand nombre de séries
505 proches de l'observé (séries simulées « Conformes aux séries observées ») a montré que la
506 qualité nutritionnelle, estimée par l'ANM/2000kcal, augmentait avec le niveau de respect
507 des critères réglementaires. De plus, les séries simulées pour respecter l'ensemble des 15
508 critères (séries « Respect total des critères fréquents ») avaient une supériorité
509 nutritionnelle par rapport à toutes les autres séries, notamment les séries proches de
510 l'observé (séries « Conformes aux séries observées »). En outre, les résultats indiquent qu'un
511 respect total permet d'éviter l'existence de séries de mauvaise qualité nutritionnelle.

512 Dans l'échantillon des séries observées, le respect des critères fréquents était partiel, avec
513 seulement 9,7 critères respectés en moyenne. Or, on peut supposer que, par rapport à
514 l'ensemble de la restauration scolaire en France, le niveau de respect des critères était sur-

515 estimé dans cet échantillon puisqu'il était basé sur le volontariat. Ce résultat semble en
516 accord avec le fait, que selon des études réalisées dans d'autres pays comme l'Australie [30],
517 le Royaume-Uni [31] ou d'autres pays d'Europe [2] les directives pour la restauration
518 scolaire, qu'elles soient réglementaires ou non, sont souvent difficiles à mettre en œuvre et
519 doivent être associées à des mesures visant à faciliter leur application. Il s'agit notamment
520 d'accompagner les professionnels pour classer correctement les plats au regard des
521 recommandations ou réglementations existantes [2,32,33]. On peut également penser
522 qu'une simplification des critères pourrait faciliter leur application [2]. A cet égard, nos
523 résultats suggèrent qu'il serait possible de réviser les critères fréquentiels de façon à les
524 assouplir ou à en réduire le nombre sans en réduire l'efficacité, puisqu'au-delà de 10 critères
525 respectés (et d'un « score de respect relatif » égal à 13), il n'y avait plus de bénéfice
526 nutritionnel mesurable. Cependant, d'autres études seraient nécessaires pour explorer les
527 types de simplification qui seraient bénéfiques et acceptables.

528

529 Les plats protidiques sont un important contributeur aux émissions de gaz à effet de serre et
530 au gaspillage [33] et sont donc de nouveaux enjeux pour le secteur de la restauration
531 scolaire [20]. Cependant, les résultats de la présente étude indiquent que la suppression des
532 plats protidiques dégraderait la qualité nutritionnelle des séries, de même que le
533 remplacement des plats protidiques contenant de la viande ou du poisson par des plats n'en
534 contenant pas. La mauvaise performance nutritionnelle du scénario « Retrait du plat
535 protidique, sans remplacement » peut s'expliquer par la contribution majeure du plat
536 protidique aux teneurs en de nombreux nutriments « positifs » (Figure 2). Concernant le
537 scénario « Remplacement de la viande et du poisson par d'autres plats », sa mauvaise
538 performance est probablement due à la perte de certains nutriments apportés par la viande
539 ou le poisson mais aussi à la mauvaise qualité nutritionnelle des plats sans viande ni poisson
540 servis à l'école. En effet, dans les séries observées, les plats protidiques sans viande ou
541 poisson étaient principalement à base d'œufs et/ou de fromage et de céréales, et
542 manquaient de diversité (résultats non montrés ici, mais consultables dans le rapport
543 complet de l'étude, <https://prodinra.inra.fr/?locale=fr#!ConsultNotice:433582>). Il a donc été
544 demandé aux partenaires de fournir d'autres fiches techniques de plats protidiques sans
545 viande ni poisson, notamment de plats végétaux sources de protéines tel que légumineuses
546 et céréales,, afin de les inclure dans la simulation. Mais, malgré cette précaution, les séries

547 sans viande ni poisson avaient une qualité nutritionnelle inférieure aux séries « Conformes
548 aux séries observées ». La présente étude ayant clairement montré que la généralisation du
549 service des plats actuellement servis dans les écoles en substitution au poisson et à la viande
550 entraînerait une baisse de la qualité nutritionnelle des repas, il apparaît essentiel de mener
551 une réflexion sur les caractéristiques nutritionnelles attendues des plats végétariens et de
552 déterminer à quelle fréquence ils pourraient être servis aux enfants. Par exemple, un
553 nouveau critère de fréquence pourrait être développé pour les plats associant légumineuses
554 et céréales complètes, en tenant compte du fait qu'ils sont de bonnes sources de fibres, de
555 certains micronutriments et de protéines, mais aussi que la biodisponibilité de nutriments
556 clés tels les protéines, le fer, le zinc ou la vitamine A, est moins bonne quand ils sont
557 d'origine végétale plutôt qu'animale (NB : la biodisponibilité est la quantité de nutriment
558 ingéré effectivement assimilé et disponible pour l'organisme) [34,35].

559

560 L'étude présente des limites. En premier lieu, les données utilisées dans la partie descriptive
561 ont été collectées sur la base du volontariat et ne sont pas donc pas représentatives de la
562 restauration scolaire en France. Cependant, la non-représentativité des données observées
563 ne constitue pas une limite majeure de la présente étude, car l'objectif n'était pas d'évaluer
564 la qualité nutritionnelle de la restauration scolaire en France mais d'analyser comment
565 différents scénarios de respect, ou non respect, des critères fréquentiels affectent cette
566 qualité Une autre limite réside dans le fait que l'analyse nutritionnelle a été réalisée sur les
567 plats tels que préparés en cuisine et servis aux enfants mais pas sur la part réellement
568 consommée par les enfants. On sait néanmoins que proposer une offre alimentaire plus
569 équilibrée à l'école favorise chez les enfants des prises alimentaires plus équilibrées [36,37].
570 Pour certains plats, l'estimation des teneurs nutritionnelles a pu être faussée. Ainsi, pour les
571 plats en sauce, la quantité de sauce prise en compte dans l'analyse était plus élevée que
572 celle effectivement servie aux enfants, car une partie non négligeable de la sauce reste dans
573 le plat de service. Une autre limite concerne le calcul de l'ANM. Tout d'abord, nous avons
574 choisi d'utiliser les recommandations nutritionnelles actuellement en vigueur en France pour
575 les enfants [24], mais ces recommandations n'ont pas été mises à jour depuis 2001 et
576 certaines sont peut-être obsolètes. Par ailleurs, le choix d'exprimer l'ANM pour 2000kcal, qui
577 revient à extrapoler l'offre du repas de midi à l'ensemble de la journée, peut être
578 questionné. En particulier, pour les scénarios sans viande ni poisson, ce choix

579 méthodologique revient à considérer que le repas du soir ne contiendrait pas non plus de
580 viande ni de poisson. Néanmoins, d'autres choix auraient été difficiles à justifier, ne serait-ce
581 que parce que les apports nutritionnels conseillés, sur lesquels se basent le calcul de l'ANM
582 sont exprimés par jour (il n'existe pas de recommandations nutritionnelles spécifiques par
583 repas), mais aussi parce que la composition des autres repas ne pouvait pas être connue.
584 Une dernière limite est que, dans les scénarios de suppression du plat protidique ou de
585 remplacement des plats à base de viande ou de poisson, il y aurait eu intérêt à considérer la
586 biodisponibilité des nutriments dans l'estimation de la qualité nutritionnelle des séries. Cette
587 prise en compte aurait vraisemblablement conforté, voire renforcé, le constat de
588 dégradation nutritionnelle des séries dans ces scénarios car de nombreux nutriments clés,
589 comme le fer, le zinc ou la vitamine A ont une meilleure biodisponibilité lorsqu'ils sont de
590 source animale plutôt que végétale [34,35], même si des niveaux satisfaisants de
591 biodisponibilité peuvent être atteints dans des diètes contenant des quantités modérées de
592 produits animaux [38].

593
594 L'étude présente aussi des points forts. Tout d'abord, des données précises sur les repas et
595 plats actuellement servis dans les écoles ont été spécifiquement collectées pour cette étude,
596 constituant une base de données unique et rare. Elle a en effet été réalisée à partir des
597 vraies fiches techniques et de fiches recettes, c'est-à-dire en tenant compte de la nature et
598 de la quantité de chaque ingrédient composant les plats servis par les professionnels et non
599 pas sur des recettes standard, ni sur des produits génériques affiliés de manière
600 systématique à la lecture du nom des plats, comme c'est le cas habituellement dans les
601 études sur la restauration scolaire [33,39,40]. A part pour le sodium, et dans une moindre
602 mesure pour les sucres, dont les quantités étaient souvent difficiles à estimer par les
603 professionnels eux-mêmes, on peut donc considérer que la détermination des teneurs
604 nutritionnelles était assez précise. Il était primordial d'atteindre ce niveau de précision pour
605 estimer de façon fiable non seulement la qualité nutritionnelle des séries, mais aussi leur
606 niveau de respect des critères fréquentiels, puisque ces critères intègrent des
607 caractéristiques nutritionnelles des plats qui dépendent directement de la façon dont ils sont
608 préparés. Une autre force est l'approche innovante et puissante que nous avons élaborée
609 pour tester les implications, en termes de qualité nutritionnelle, du respect des critères
610 fréquentiels de service des plats. Cette approche a permis de tester de manière réaliste le

611 respect simultané des 15 critères, critères qui n'avaient été explorés jusqu'à présent que
612 partiellement et séparément, notamment en raison du manque de conformité des séries
613 réellement servies avec ces critères [39].

614

615 En conclusion, la présente étude suggère que les directives françaises pour la restauration
616 scolaire - qui s'appuient sur des critères qui intègrent la composition des plats en certains
617 ingrédients, leur caractéristiques nutritionnelles et leur fréquence de service - permettent
618 une bonne maîtrise de la qualité nutritionnelle des repas servis aux enfants. Les résultats
619 suggèrent qu'il y aurait une place pour un assouplissement intelligent de ces directives
620 puisqu'au-delà d'un score relatif de 13 (sur les 15 critères réglementaires), aucun bénéfice
621 nutritionnel n'a été mis en évidence. Cependant, en cas d'écart important par rapport aux
622 critères, que ce soit pour l'ensemble des critères ou pour ceux portant sur le service des
623 plats protidiques, un risque de dégradation de la qualité nutritionnelle a été montré. Ainsi,
624 en absence de définition précise des caractéristiques nutritionnelles des plats protidiques
625 sans viande ni poisson, la généralisation de leur service dans les écoles pourrait être
626 dommageable à l'équilibre nutritionnel des repas servis aux enfants. Une implication
627 importante de ce travail, en termes de santé publique et de politiques publiques, est la
628 nécessité d'inclure dans les directives pour la restauration scolaire en France, une définition
629 de la composition et des caractéristiques nutritionnelles attendues des plats végétariens et
630 de déterminer à quelle fréquence ils pourraient être servis aux enfants.

631

632 **Tableau 1.** Les 15 critères fréquentiels pour le service des repas en restauration scolaire
 633 [10,13] et niveau de respect de chaque critère par les 40 séries observées¹.

Critère	Composante(s) concernée(s)	Fréquence réglementaire	Niveau de respect ¹
Entrées contenant plus de 15 % de lipides (en g/100g)	Entrée	4/20 max	82,5 %
Crudités de légumes ou de fruits, contenant au moins 50 % de légumes ou de fruits	Entrée, Accompagnement	10/20 min	70 %
Produits à frire ou pré-frits contenant plus de 15 % de lipides (en g/100g)	Plat protidique, Accompagnement	4/20 max	100 %
Plats protidiques ayant un rapport P/L ² ≤ 1	Plat protidique	2/20 max	55 %
Poissons ou préparations à base de poisson contenant au moins 70 % de poisson et ayant un rapport P/L ≥ 2	Plat protidique	4/20 min	60 %
Viandes non hachées de bœuf, de veau ou d'agneau, et abats de boucherie	Plat protidique	4/20 min	77,5 %
Préparations ou plats prêts à consommer contenant moins de 70 % du grammage recommandé pour la portion de viande, poisson ou œuf	Plat protidique	3/20 max	25 %
Légumes cuits, autres que secs, seuls, ou en mélange contenant au moins 50 % de légumes	Accompagnement	= 10/20	27,5 %
Légumes secs, féculents ou céréales, seuls, ou en mélange contenant au moins 50 % de légumes secs, féculents ou céréales	Accompagnement	= 10/20	27,5 %
Fromages contenant au moins 150 mg de calcium par portion	Entrée, Produit laitier	8/20 min	77,5 %
Fromages dont la teneur en calcium est comprise entre 100 mg et moins de 150 mg par portion	Entrée, Produit laitier	4/20 min	57,5 %
Laitages (produits laitiers frais, desserts lactés) contenant plus de 100 mg de calcium laitier, et moins de 5 g de lipides par portion	Produit laitier, Dessert	6/20 min	40 %
Desserts contenant plus de 15 % de lipides (en g pour 100g)	Dessert	3/20 max	95 %
Desserts ou laitages contenant plus de 20 g de glucides simples totaux par portion et moins de 15 % de lipides	Produit laitier, Dessert	4/20 max	100 %
Desserts de fruits crus 100% fruit cru, sans sucre ajouté	Dessert	8/20 min	77,5 %

634 ¹ Le niveau de respect correspond au pourcentage de séries respectant le critère, parmi les
 635 40 séries de 20 repas successifs, appelées séries observées (issues de la collecte des menus
 636 et fiches techniques de repas réellement servis).

637 ² Rapport P/L= protéines (en g pour 100g) / lipides (en g pour 100g).

638

639 **Tableau 2.** Recommandations d'apports journaliers en énergie et en nutriments « positifs »
 640 (protéines, acides gras (AG) essentiels, fibres, vitamines et minéraux) inclus dans le calcul de
 641 l'Adéquation Nutritionnelle Moyenne (ANM), pourcentages de ces recommandations dans
 642 les séries observées (N=40) exprimés par repas^a et ANM moyenne par repas

643

	Recommandation journalière	Teneur moyenne (% de la recommandation, exprimée par repas)	Ecart- type
Energie	1996 kcal [24,28,41]	35,6	2,7
Protéines	25 g [28,41]	129,8	8,5
AG linoléique	8,9 g [42]	39,3	10,2
AG alpha linoléique	2,2g [42]	20,4	8,3
AG DHA	152 mg [42]	42,2	18,0
Fibres	13 g [24]	59,5	6,2
Vitamine B1	0,8 mg [24]	46,3	5,2
Vitamine B2	1,2 mg [24]	38,2	3,4
Vitamine B3	9 mg [24]	64,9	8,9
Vitamine B6	1 mg [24]	56,4	6,0
Vitamine B9	201µg [24]	57,6	6,7
Vitamine B12	1,4 µg [24]	103,4	15,4
Vitamine C	89 mg [24]	35,0	6,3
Vitamine D	5 µg [24]	17,3	4,1
Vitamine E	9,1 mg [24]	52,5	15,7
Vitamine A	501 µg [24]	81,0	14,2
Calcium	924 mg [24]	34,2	4,1
Potassium	2892 mg [43]	33,6	3,8
Fer	8,2 mg [24]	44,0	4,3
Magnésium	203 mg [24]	45,6	3,8
Zinc	9,2 mg [24]	39,5	4,1
Cuivre	1,2 mg [24]	36,8	3,3
Iode	120 µg [24]	42,1	6,7
Sélénium	39 µg [24]	52,0	6,1
ANM (%)		49,3	3,7

644 ^a « repas » représente en réalité la valeur moyenne pour une série complète de 20 repas,
 645 divisée par 20.

646 -

647

648 **Figure 1.** Méthodologie utilisée pour générer des séries simulées de 20 repas successifs (sur
649 la base de 40 séries observées) avec 5 scénarios de respect ou non-respect des critères
650 fréquents de service des plats en restauration scolaire.

651

652 **Figure 2.** Contributions moyennes des 5 composantes du repas aux teneurs en nutriments
653 des 40 séries de 20 repas successifs (appelées séries observées), exprimées en % de la
654 recommandation (recommandation journalière multipliée par 20). A. Energie, protéines,
655 acides gras essentiels ; B. Vitamines ; C. Minéraux.

656

657 **Figure 3.** Diagrammes de dispersion de l'adéquation nutritionnelle moyenne (ANM,
658 exprimée en % d'adéquation pour 2000kcal) selon le niveau de respect des critères
659 fréquents estimé par le 'nombre de critères respectés' (A)¹ et par le 'score de respect
660 relatif' (B)², dans les séries « Conformes aux séries observées » (n=1600 séries simulées par
661 le scénario 1, avec grammages recommandés).

662 ¹Corrélation de Spearman : 0.36, p<0.0001

663 ²Corrélation de Spearman : 0.34, p<0.0001

664

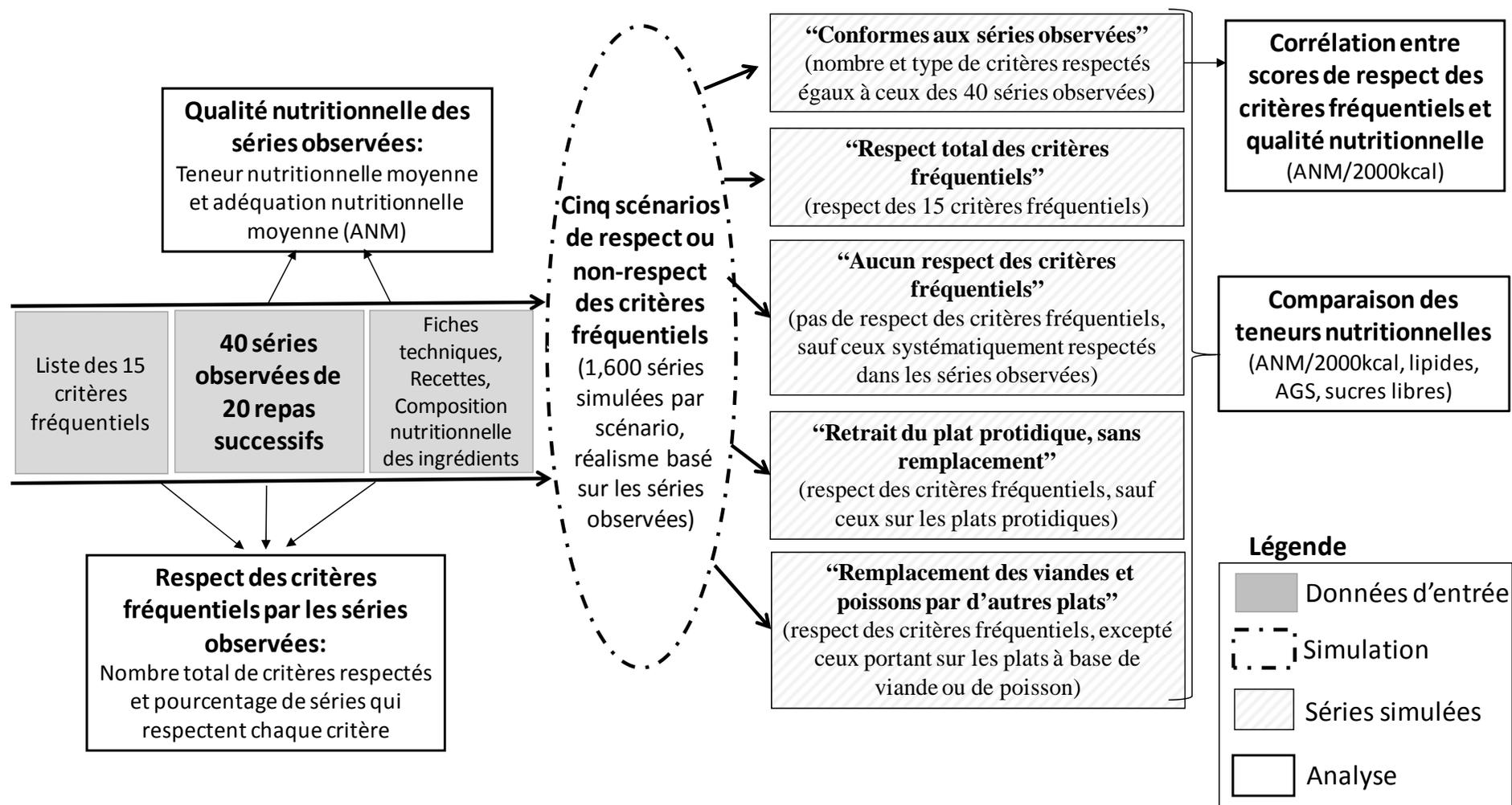
665 **Figure 4.** Qualité nutritionnelle des séries simulées selon cinq scénarios : box plots¹ A) de
666 l'adéquation nutritionnelle moyenne (ANM, % d'adéquation pour 2000kcal), B) des lipides (%
667 de l'énergie), C) des acides gras saturés (AGS, en% de l'énergie), D) des sucres libres (% de
668 l'énergie).

669 ¹ Les séries qui portent des lettres différentes sont significativement différentes (p<0,05)

670

671

672 **Figure 1.** Méthodologie utilisée pour générer des séries simulées de 20 repas successifs (sur la base de 40 séries observées) avec 5 scénarios de
 673 respect ou non-respect des critères fréquentiels de service des plats en restauration scolaire.



674

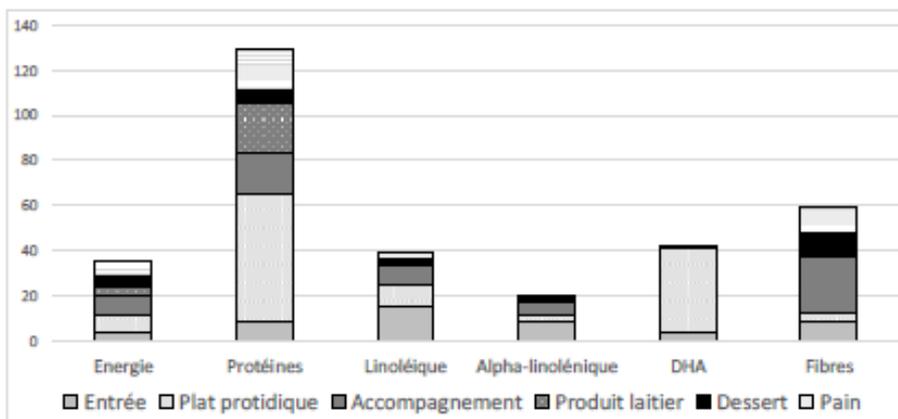
675

Comment citer ce document :

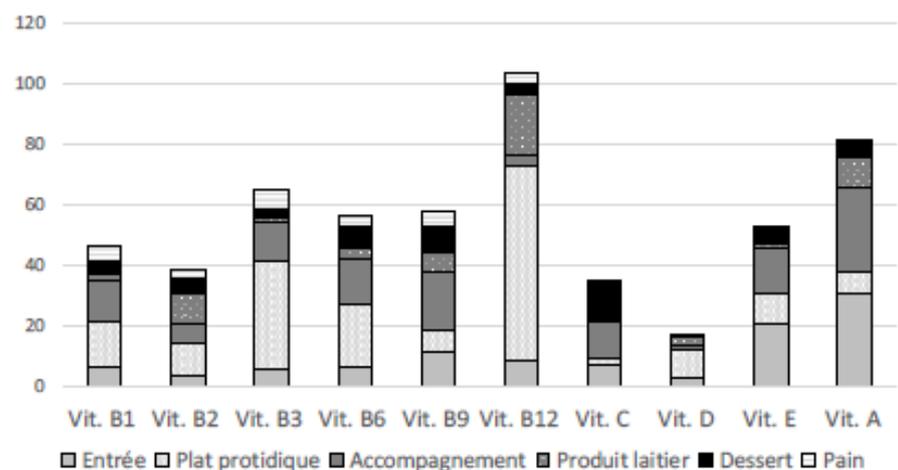
Vieux, F., Dubois, C., Duchêne, C., Darmon, N. (2019). Implications nutritionnelles des directives françaises sur l'offre alimentaire en restauration scolaire et place des plats protidiques. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 54 (1), 22-34. , DOI : 10.1016/j.cnd.2018.09.002

676 **Figure 2.** Contributions moyennes des 5 composantes du repas aux teneurs en nutriments
 677 des 40 séries de 20 repas successifs (appelées séries observées), exprimées en % de la
 678 recommandation (recommandation journalière multipliée par 20). A. Energie, protéines,
 679 acides gras essentiels ; B. Vitamines ; C. Minéraux.

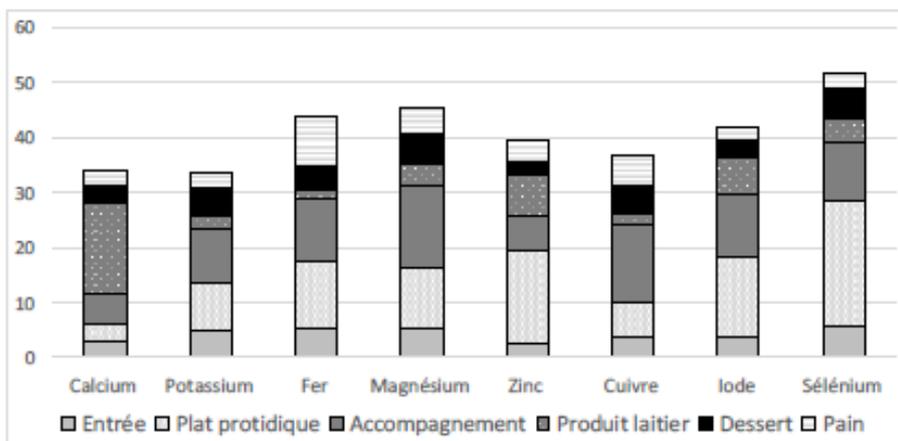
A. Energie, Protéines, acides gras essentiels



B. Vitamines



C. Minéraux

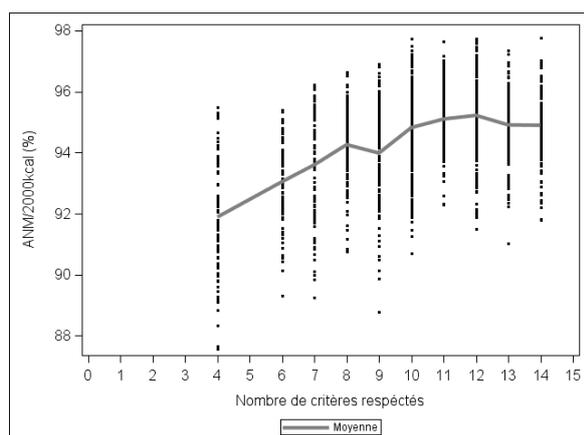


680

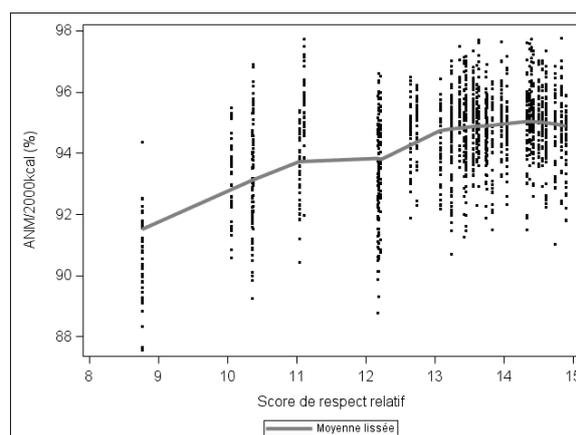
681

682 **Figure 3.** Diagrammes de dispersion de l'adéquation nutritionnelle moyenne (ANM,
 683 exprimée en % d'adéquation pour 2000kcal) selon le niveau de respect des critères
 684 fréquentiels estimé par le 'nombre de critères respectés' (A)¹ et par le 'score de respect
 685 relatif' (B)², dans les séries « Conformes aux séries observées » (n=1600 séries simulées par
 686 le scénario 1, avec grammages recommandés).

A)¹



B)²



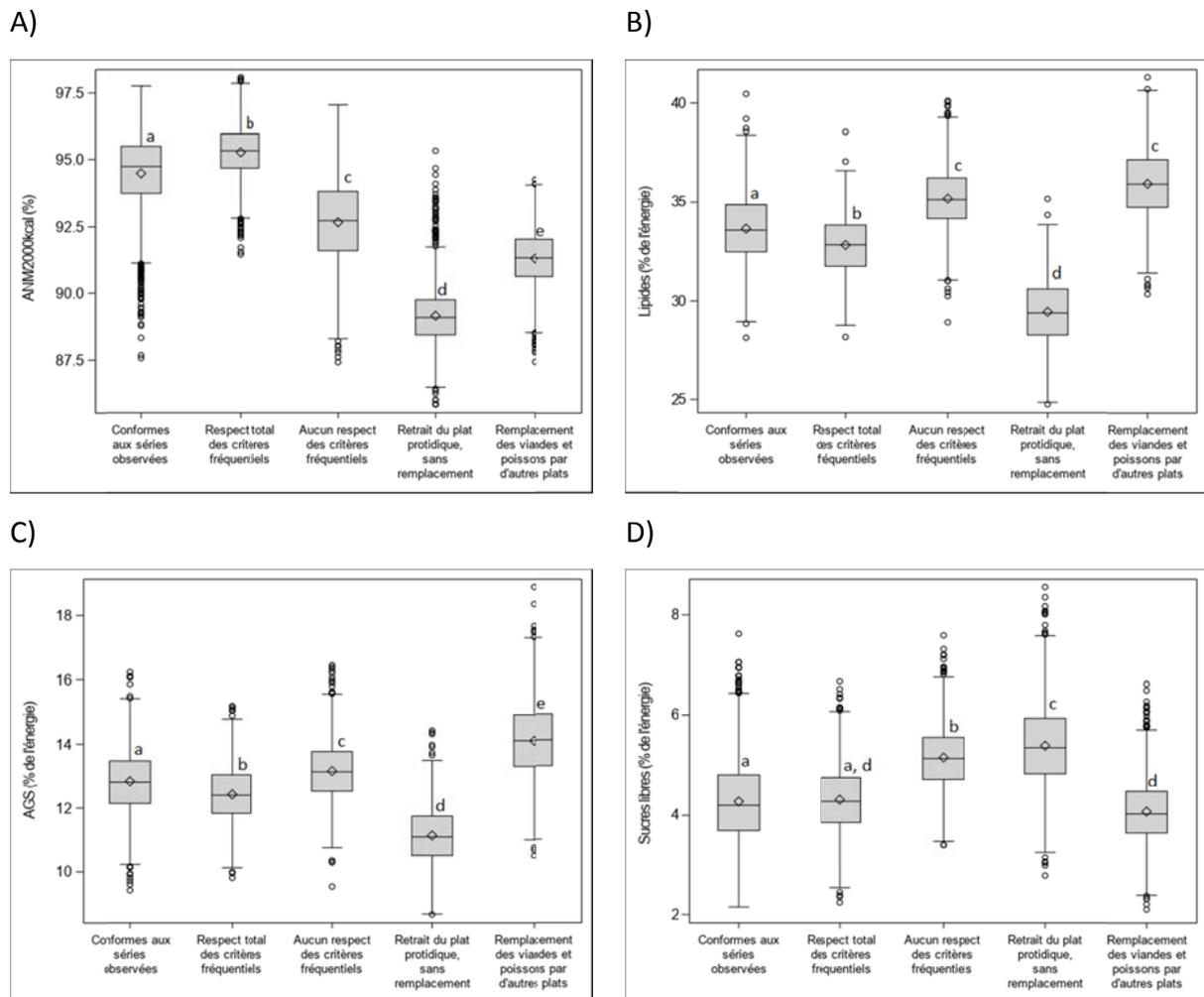
687 ¹ Corrélation de Spearman : 0.36, p<0.0001

688 ² Corrélation de Spearman : 0.34, p<0.0001

689

690

691 **Figure 4.** Qualité nutritionnelle des séries simulées selon cinq scénarios : box plots¹ A) de
 692 l'adéquation nutritionnelle moyenne (ANM, % d'adéquation pour 2000kcal), B) des lipides (%
 693 de l'énergie), C) des acides gras saturés (AGS, en% de l'énergie), D) des sucres libres (% de
 694 l'énergie).



695 ¹ Les séries qui portent des lettres différentes sont significativement différentes (p<0,05)

696

Références bibliographiques

- 697
- 698
- 699 [1] EU Action Plan on Childhood Obesity 2014-2020. Action Plan 2014.
- 700 [2] Caldeira S, Storcksdieck genannt Bonsmann S, Bakogianni I, Gauci C, Calleja A, Furtado
701 A. Public procurement of food for health. Technical report on the school setting. Jt
702 Publ Maltese Pres Eur Comm 2017;22 Februar.
- 703 [3] Mapping of national school food policies across the EU28 plus Norway and
704 Switzerland . JRC Sci Policy Report 2014.
- 705 [4] Europe WHO regional office for. Food and nutrition policy for schools. A tool for the
706 development of school nutrition programmes in the European Region. Program Nutr
707 Food Secur 2006;Copenhague.
- 708 [5] Commission de l'environnement de la santé publique et de la sécurité alimentaire.
709 Rapport sur le Livre blanc sur la nutrition, la surcharge pondérale et l'obésité
710 (2007/2285(INI)). 2008.
- 711 [6] Lafay L, Volatier J-L, Martin A. La restauration scolaire dans l'enquête INCA : 2e partie :
712 Les repas servis en restauration scolaire : apports nutritionnels, alimentaires et impact
713 sur la nutrition des enfants. Cah Nutr Diét 2002;37:395–404.
- 714 [7] Evans CE, Mandl V, Christian MS, Cade JE. Impact of school lunch type on nutritional
715 quality of English children's diets. Public Heal Nutr 2016;19:36–45.
- 716 [8] Weichselbaum E, Gibson-Moore H, Ballam R, Buttriss JL. Nutrition in schools across
717 Europe: a summary report of a meeting of European Nutrition Foundations, Madrid,
718 April 2010. Nutr Bull 2011;36:124–41. doi:10.1111/j.1467-3010.2010.01881.x.
- 719 [9] Décret n° 2011-1227 du 30 septembre 2011 relatif à la qualité nutritionnelle des repas
720 servis dans le cadre de la restauration scolaire | Legifrance n.d.
721 [https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000024614716&ca](https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000024614716&categorieLien=id)
722 [tegorieLien=id](https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000024614716&categorieLien=id).
- 723 [10] Arrêté du 30 septembre 2011 relatif à la qualité nutritionnelle des repas servis dans le
724 cadre de la restauration scolaire | Legifrance n.d.
725 [https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000024614763&ca](https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000024614763&categorieLien=id)
726 [tegorieLien=id](https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000024614763&categorieLien=id).
- 727 [11] Groupe d'étude des marchés de restauration collective et nutrition (GEM-RCN).
728 Rapport de l'observatoire économique de l'Achat Public du ministère de l'Economie,

- 729 des Finances et de l'Industrie : Recommandation relative à la nutrition. 2007.
- 730 [12] GEMRCN. Recommandation Nutrition-complétée et mise à jour au 10 Octobre 2011.
731 2011.
- 732 [13] Groupe d'étude des marchés de restauration collective en nutrition (GEM-RCN).
733 Recommandation nutrition Version 2.0. 2015.
- 734 [14] Dubuisson C, Lioret S, Calamassi-Tran G, Volatier J-LL, Lafay L. School meals in French
735 secondary state schools with regard to the national recommendations. *Br J Nutr*
736 2009;102:293–301. doi:10.1017/S0007114508149212.
- 737 [15] Bertin M, Lafay L, Calamassi-Tran G, Volatier JL, Dubuisson C. [Schools meals in French
738 secondary state schools: compliance to national recommendations and schools
739 catering patterns]. *RevEpidemiolSante Publique* 2011;59:33–44.
- 740 [16] Assemblée nationale. Projet de loi pour l'équilibre des relations commerciales dans le
741 secteur agricole et alimentaire et une alimentation saine et durable 2018.
742 <http://www.assemblee-nationale.fr/15/projets/pl0627.asp> (accessed June 5, 2018).
- 743 [17] Larochette B, Sanchez-Gonzalez J. Cinquante ans de consommation alimentaire : une
744 croissance modérée, mais de profonds changements. *INSEE Première* 2015;1568.
- 745 [18] Masset G, Soler LG, Vieux F, Darmon N. Identifying sustainable foods: the relationship
746 between environmental impact, nutritional quality, and prices of foods representative
747 of the French diet. *J Acad Nutr Diet* 2014;114:862–9.
- 748 [19] Tilman D, Clark M. Global diets link environmental sustainability and human health.
749 *Nature* 2014;515:518–22. doi:10.1038/nature13959.
- 750 [20] Verdicité, Climatmundi. Approche du cout complet des pertes et gaspillage
751 alimentaire en restauration collective. 2016.
- 752 [21] Derbyshire EJ. Flexitarian Diets and Health: A Review of the Evidence-Based
753 Literature. *Front Nutr* 2016;3:55.
- 754 [22] ANSES. Table de composition nutritionnelle des aliments Ciqua (French Food
755 Composition Table – CIQUAL). 2013 n.d. <https://ciqua.anses.fr/> (accessed December
756 18, 2015).
- 757 [23] Guthrie HA, Scheer JC. Validity of a dietary score for assessing nutrient adequacy. *J Am*
758 *Diet Assoc* 1981;78:240–5.
- 759 [24] Martin A. Apports nutritionnels conseillés pour la population Française. Paris: 2001.
- 760 [25] Ministère de l'éducation nationale de l'enseignement supérieur et de la recherche.

- 761 Repères et références statistiques sur les enseignements, la formation et la recherche.
762 2014.
- 763 [26] Vieux F, Dubois C, Duchêne C, Darmon N. Nutritional Quality of School Meals in
764 France: Impact of Guidelines and the Role of Protein Dishes. *Nutrients* 2018;10:205.
765 doi:10.3390/nu10020205.
- 766 [27] WHO. Diet, nutrition and the prevention of excess weight gain and obesity. Report of
767 a joint WHO/FAO expert consultation. WHO, Geneva 2003;Technical.
- 768 [28] Lafay L. Etude Individuelle et Nationale sur les Consommations Alimentaires, INCA 2
769 (2006-2007). Paris: <http://www.afssa.fr/Documents/PASER-Ra-INCA2.pdf>; 2007.
- 770 [29] Mallet E, Gaudelus J, Reinert P, Stagnara J, Benichou J, Basuyau JP, et al. [Vitamin D
771 status in 6- to 10-year-old children: a French multicenter study in 326 children].
772 *ArchPediatr* 2014;21:1106–14.
- 773 [30] Ardzejewska K, Tadros R, Baxter D. A descriptive study on the barriers and facilitators
774 to implementation of the NSW (Australia) Healthy School Canteen Strategy. *Health*
775 *Educ J* 2012;72_ _:136–45.
- 776 [31] Dimpleby H, Vincent J. The School Food Plan. 2013.
- 777 [32] Yoong SL, Nathan N, Wolfenden L, Wiggers J, Reilly K, Oldmeadow C, et al. CAFE: a
778 multicomponent audit and feedback intervention to improve implementation of
779 healthy food policy in primary school canteens: a randomised controlled trial. *IntJ*
780 *BehavNutr PhysAct* 2016;13:126.
- 781 [33] Wickramasinghe KK, Rayner M, Goldacre M, Townsend N, Scarborough P.
782 Contribution of healthy and unhealthy primary school meals to greenhouse gas
783 emissions in England: linking nutritional data and greenhouse gas emission data of
784 diets. *Eur J Clin Nutr* 2016;70:1162–7. doi:10.1038/ejcn.2016.101.
- 785 [34] Gibson RS. The role of diet- and host-related factors in nutrient bioavailability and
786 thus in nutrient-based dietary requirement estimates. *Food Nutr Bull* 2007;28:S77-
787 100.
- 788 [35] Millward DJ, Garnett T. Plenary Lecture 3: Food and the planet: nutritional dilemmas
789 of greenhouse gas emission reductions through reduced intakes of meat and dairy
790 foods. *Proc Nutr Soc* 2010;69:103–18. doi:10.1017/S0029665109991868.
- 791 [36] Niebylski ML, Lu T, Campbell NR, Arcand J, Schermel A, Hua D, et al. Healthy food
792 procurement policies and their impact. *IntJ EnvironResPublic Heal* 2014;11:2608–27.

- 793 [37] Wang D, Stewart D. The implementation and effectiveness of school-based nutrition
794 promotion programmes using a health-promoting schools approach: a systematic
795 review. *Public Heal Nutr* 2013;16:1082–100.
- 796 [38] Perignon M, Barre T, Gazan R, Amiot MJ, Darmon N. The bioavailability of iron, zinc,
797 protein and vitamin A is highly variable in French individual diets: Impact on nutrient
798 inadequacy assessment and relation with the animal-to-plant ratio of diets. *Food*
799 *Chem* 2018;238:73–81.
- 800 [39] Bertin M, Lafay L, Calamassi-Tran G, Volatier JL, Dubuisson C. School meals in French
801 secondary state schools: do national recommendations lead to healthier nutrition on
802 offer? *BrJ Nutr* 2012;107:416–27.
- 803 [40] Nicholas J, Wood L, Harper C, Nelson M. The impact of the food-based and nutrient-
804 based standards on lunchtime food and drink provision and consumption in secondary
805 schools in England. *Public Heal Nutr* 2013;16:1052–65.
- 806 [41] de Courcy GP, Frelut M-L, Fricker J, Martin A, Dupin H. Besoins nutritionnels et
807 apports conseillés pour la satisfaction de ces besoins. *Encycl Médico-Chirurgicale*
808 2003;10:32.
- 809 [42] ANSES. Actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras-Rapport
810 d’expertise collective. Maisons-Alfort: 2011.
- 811 [43] ANSES. Evaluation des apports en vitamines et minéraux issus de l’alimentation non
812 enrichie, de l’alimentation enrichie et des compléments alimentaires dans la
813 population française : estimation des apports usuels, des prévalences d’inadéquation
814 et des risques de dépassement des limites de sécurité. 2015.
- 815
- 816