



**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 Vieux<sup>1</sup>, Christophe Dubois<sup>2</sup>, Christelle Duchêne<sup>3</sup>, Nicole Darmon<sup>4-5</sup>.

12

13 **Affiliations**

14 <sup>1</sup> MS-Nutrition, 13385 Marseille cedex 05, France

15 <sup>2</sup> Trophis, 13170 Les Pennes Mirabeau, France

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

17 <sup>4</sup> UMR NORT, INRA 1260, Aix-Marseille Université, INSERM, 13005 Marseille, France

18 <sup>5</sup> 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 « Conformés  
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 observées<sup>1</sup>.

Critère	Composante(s) concernée(s)	Fréquence réglementaire	Niveau de respect <sup>1</sup>
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 <sup>2</sup> ≤ 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 <sup>1</sup> 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 <sup>2</sup> 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<sup>a</sup> 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 <sup>a</sup> « 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)<sup>1</sup> et par le 'score de respect  
660 relatif' (B)<sup>2</sup>, dans les séries « Conformes aux séries observées » (n=1600 séries simulées par  
661 le scénario 1, avec grammages recommandés).

662 <sup>1</sup>Corrélation de Spearman : 0.36, p<0.0001

663 <sup>2</sup>Corrélation de Spearman : 0.34, p<0.0001

664

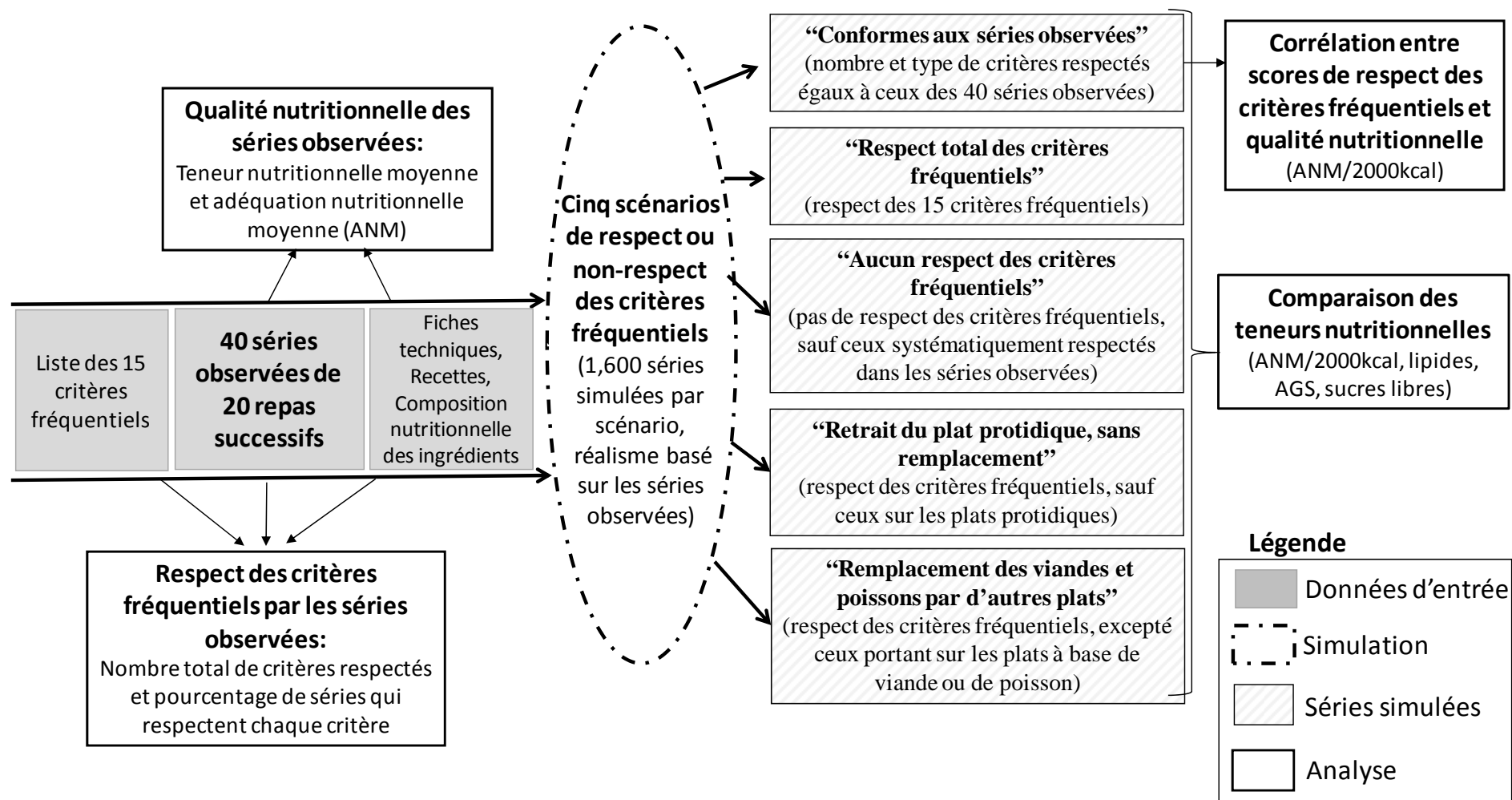
665 **Figure 4.** Qualité nutritionnelle des séries simulées selon cinq scénarios : box plots<sup>1</sup> A) de  
666 l'adéquation nutritionnelle moyenne (ANM, % d'adéquation pour 2000kcal), B) des lipides (%  
667 de l'énergie), C) des acides gras saturés (AGS, en% de l'énergie), D) des sucres libres (% de  
668 l'énergie).

669 <sup>1</sup> 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

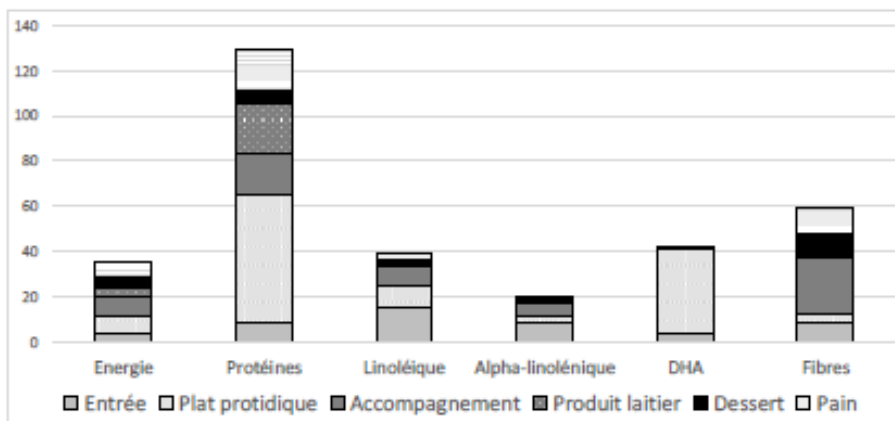
675

Comment citer ce document :

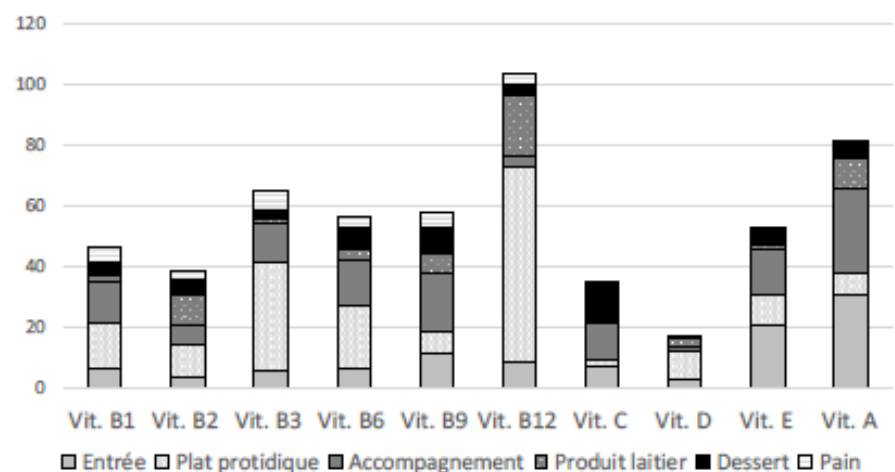
Vieux, F., Dubois, C., Duchêne, C., Darmon, N. (2019). Implications nutritionnelles des directives françaises sur l'offre alimentaire en restauration scolaire et place des plats protidiques. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 54 (1), 22-34. , DOI : 10.1016/j.cnd.2018.09.002

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.

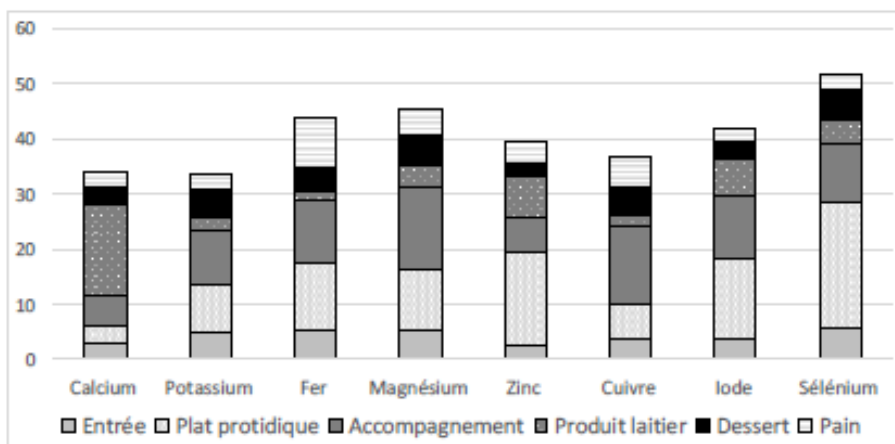
**A. Energie, Protéines, acides gras essentiels**



**B. Vitamines**



**C. Minéraux**

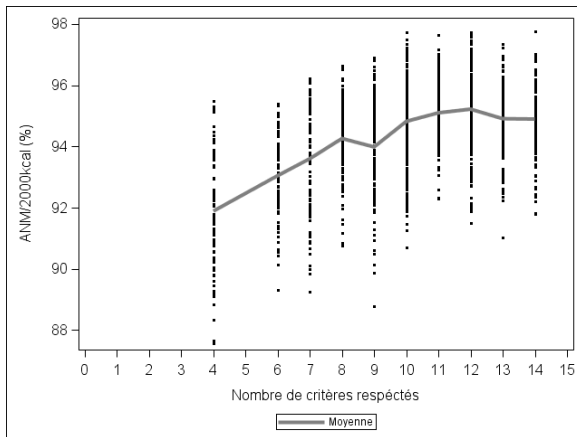


680

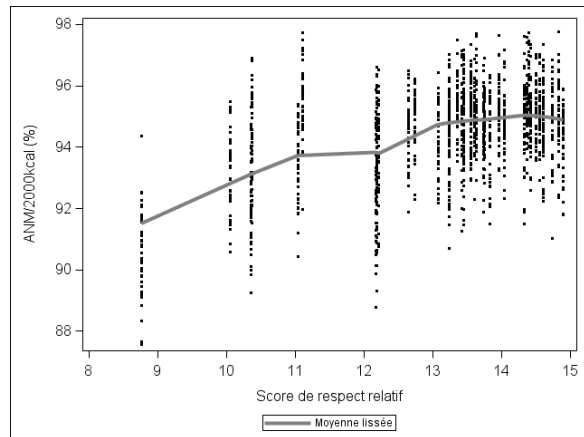
681

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)<sup>1</sup> et par le 'score de respect  
 685 relatif' (B)<sup>2</sup>, dans les séries « Conformes aux séries observées » (n=1600 séries simulées par  
 686 le scénario 1, avec grammages recommandés).

A)<sup>1</sup>



B)<sup>2</sup>



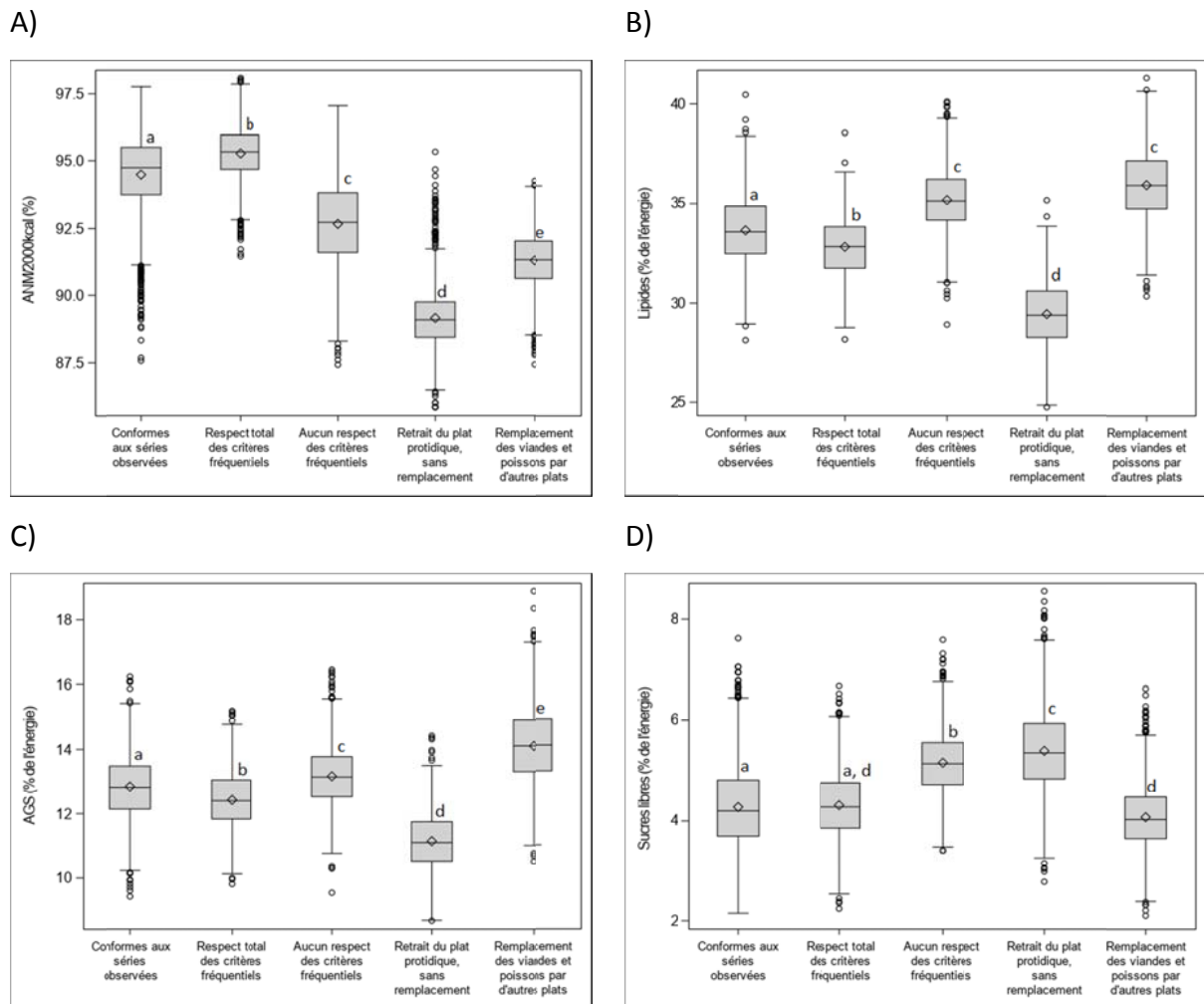
687 <sup>1</sup> Corrélation de Spearman : 0.36, p<0.0001

688 <sup>2</sup> Corrélation de Spearman : 0.34, p<0.0001

689

690

691 **Figure 4.** Qualité nutritionnelle des séries simulées selon cinq scénarios : box plots<sup>1</sup> 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 <sup>1</sup> 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 Ciqual (French Food  
755 Composition Table – CIQUAL). 2013 n.d. <https://ciqual.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