



Transition vers une restauration scolaire plus durable, évaluation et mise en place d'actions : le cas de la ville de Dijon

Justine Dahmani

► To cite this version:

Justine Dahmani. Transition vers une restauration scolaire plus durable, évaluation et mise en place d'actions : le cas de la ville de Dijon. Médecine humaine et pathologie. Université Bourgogne Franche-Comté, 2023. Français. NNT : 2023UBFCK081 . tel-04552783

HAL Id: tel-04552783

<https://theses.hal.science/tel-04552783>

Submitted on 19 Apr 2024

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.

THESE DE DOCTORAT DE L'ETABLISSEMENT UNIVERSITE BOURGOGNE FRANCHE-COMTE

Préparée au Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation

Ecole doctorale n°554

Environnements-Santé

Doctorat en « Médecine, santé publique, environnement et société »

Par

Justine DAHMANI

**Transition vers une restauration scolaire plus durable, évaluation et mise en place d'actions :
le cas de la Ville de Dijon**

Thèse présentée et soutenue à Dijon, le 15/12/2023

Composition du Jury :

Mme Arvisenet, Gaëlle
Mme Avallone, Sylvie
Mr Huneau, Jean-François
Mme Lioret, Sandrine
Mme Pérignon, Marlène
Mme Nicklaus, Sophie
Mme, Marty, Lucile

Professeure, Institut Agro, Dijon
Professeure, Institut Agro, Montpellier
Professeur, AgroParisTech, Paris
Directrice de recherche, Inserm, Villejuif
Ingénieure de recherche, INRAE, Montpellier
Directrice de recherche, INRAE, Dijon
Chercheuse, INRAE, Dijon

Présidente
Rapporteuse
Rapporteur
Rapporteuse
Examinatrice
Directrice de thèse
Co-encadrante de thèse

Titre : Transition vers une restauration scolaire plus durable, évaluation et mise en place d'actions : le cas de la Ville de Dijon

Mots clés : Alimentation durable, restauration scolaire, enfants, menus végétariens, éducation au goût

Résumé : En France, la restauration scolaire doit respecter plusieurs contraintes réglementaires pour garantir l'équilibre nutritionnel des menus servis. Au-delà de la dimension nutritionnelle, la restauration scolaire peut être un levier pour répondre à d'autres enjeux de la durabilité (environnementaux, sociaux, culturels, éducatifs et économiques). Récemment, la réglementation a imposé à la restauration scolaire de servir un menu végétarien hebdomadaire et a proposé aux collectivités volontaires d'expérimenter une option végétarienne quotidienne. L'objectif de cette thèse était d'accompagner la restauration scolaire de la Ville de Dijon vers l'augmentation de la fréquence des menus végétariens sans altérer les différentes dimensions de la durabilité.

Dans une première étude, la qualité nutritionnelle et l'empreinte carbone des menus a été analysée selon différentes catégories. Dans une seconde étude, des bornes de satisfaction ont été installées dans les 38 restaurants scolaires des écoles élémentaires de Dijon afin de recueillir et d'analyser l'appréciation des enfants pour les plats servis. Dans une troisième étude, une enquête a été conduite auprès des parents afin de recueillir leur souhait sur l'augmentation de l'offre végétarienne pour leurs enfants. Dans une dernière étude, un programme d'éducation au goût a été co-construit avec les différents personnels de la restauration scolaire, puis implémenté dans deux écoles de Dijon. Les effets de ce programme sur l'appréciation et le comportement alimentaire des enfants ont ensuite été évalués.

Ces travaux de recherche ont montré que les menus servis par la restauration scolaire de la Ville de Dijon, qu'ils soient végétariens ou non, étaient de bonne qualité nutritionnelle et globalement bien appréciés des enfants.

Les menus végétariens avaient une empreinte carbone inférieure aux menus à base de viande ou de poisson. Néanmoins, les plats à base d'aliments végétaux étaient moins appréciés que les plats à base d'œufs et/ou fromage, qui possédaient une qualité nutritionnelle moindre. Les repas végétariens étaient légèrement plus appréciés que les plats à base de viande ou de poisson dans les écoles fréquentées par des enfants issus d'un contexte socio-économique moins favorisé. Du côté des parents, 49% des répondants à notre enquête souhaitait un deuxième repas végétarien hebdomadaire dans l'offre de restauration scolaire et 26% un repas végétarien quotidien. Les enfants inscrits au repas sans porc, ceux fréquentant moins régulièrement la cantine et ceux ayant des parents avec un niveau d'éducation plus élevé étaient plus susceptibles d'avoir des parents souhaitant augmenter la fréquence des repas végétariens. De même pour les enfants dont les parents se déclaraient flexitariens ou végétariens. Les critères de choix alimentaires liés à l'environnement, au commerce équitable, à la santé et au bien-être animal étaient associées à la volonté d'augmenter la fréquence de repas végétariens dans la restauration scolaire, tandis que les critères liés à la familiarité et « bons à manger » des aliments semblaient constituer des obstacles. Enfin, l'évaluation du programme « Chouette Cantine » a montré des effets sur les connaissances des enfants, leur envie de goûter et leur capacité à identifier l'un des deux aliments ciblés pour l'intervention (les haricots rouges) mais pas pour l'autre (le chou vert).

Ce travail de thèse donne des pistes de réflexion pour une collectivité qui souhaiterait proposer davantage de repas végétariens dans son offre de restauration scolaire en conciliant les différentes dimensions de la durabilité.

Title : A sustainable school catering system, assessment, and implementation of actions : the case of the City of Dijon (FR)

Keywords : Sustainable food, school canteen, children, vegetarian meals, taste education

Abstract: In France, school catering must comply with regulations to ensure the nutritional quality of the meals. Beyond the nutritional dimension, school catering can play a role in sustainability challenges (environmental, social, cultural, educational and economic). Recently, regulations have mandated school catering to serve a weekly vegetarian meal, and have proposed that volunteer local authorities experiment a daily vegetarian meal option. The aim of this thesis was to assist the school catering of Dijon increasing the frequency of vegetarian meals while involving the dimensions of sustainable food.

In a first study, the nutritional quality and carbon footprint of the meals were analyzed across various categories. In a second study, connected feedback devices installed in the 38 elementary school canteens were used to collect and analyze children's liking of the dishes. In a third study, a survey was conducted to investigate how many parents would like to opt for more vegetarian school meals for their children and what would be their family characteristics and food choice motives. In a fourth study, a sensory education program named "Chouette Cantine" was co-created with the school canteen staff and implemented in two schools. The objective of this study was to evaluate the effects of this program on children's plant-based food acceptance and eating traits.

This research showed that the both vegetarian and non-vegetarian meals had a similar nutritional quality and were generally appreciated by children.

Compared to non-vegetarian meals, greenhouse gas emissions were more than twofold reduced in vegetarian meals. Nevertheless, vegan dishes were less liked than egg and/or cheese-based dishes, which had a lower nutritional quality. Vegetarian dishes were slightly more popular than meat or fish dishes in school canteen attended by children from lower socio-economic backgrounds.

Concerning parents, 49% of respondents to our survey would opt for a second weekly vegetarian meal for their children and 26% for a daily vegetarian meal. Parents willing to opt for more vegetarian meals were more likely to opt for pork-free meals for their children, had a higher level of education, and their children used the school canteen less frequently. They were also more likely to be flexitarian or vegetarian. Concerning food choice motives: environment, fair trade, health and animal welfare were positively associated with the willingness to increase the frequency of vegetarian meals; while familiarity and sensory appeal motives were negatively associated.

Finally, the evaluation of the "Chouette cantine" program showed encouraging effects on children's knowledge, willingness to taste and identification one of the two plant-based food targeted for intervention (red beans) but not the other (cabbage).

This thesis provides recommendations for local authorities would like to offer more vegetarian meals in their school catering, while conciliate the dimensions of food sustainability.

Remerciements

Je remercie tout d'abord mes encadrantes, **Sophie Nicklaus** et **Lucile Marty**, pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser cette thèse. Merci pour votre confiance et votre accompagnement.

Je remercie également les membres de mon comité de thèse, **Nicole Darmon** et **Valentin Bellassen**, pour leurs retours bienveillants et constructifs.

Je tiens à remercier les membres du jury : **Sylvie Avallone**, **Sandrine Lioret**, **Jean-François Huneau**, **Gaëlle Arvisenet** et **Marlène Pérignon** pour avoir accepté d'évaluer mon travail.

Je remercie les financeurs de cette thèse : **INRAE, Dijon Métropole** dans le cadre du projet « Dijon, Alimentation Durable 2030 », ainsi que l'**Institut Danone International**.

Je remercie très sincèrement les membres du comité de pilotage de la thèse : **Jean-Michel Grenier**, **Elise Renaud**, **Isabelle Bianchi**, **Fabrice Chatel**, **Olivia Rol**, **Pauline Mahy**, **Sylvie Morot**, **Denis Gral**, **Stéphane De Lazzer**.

Ainsi que les membres de la team « Chouette Cantine » : **Marjorie Mimouni**, **Delphine Guinard**, **Ludovic Dudragne**, **Loïc Delorme**, **Saïd El-Kassimi El-Mansouri**, **Nicolas Naltet**, **Mélanie Paris**, **Muriel Da Silva**, **Zoé Tillocher**, **Aude Gaignaire** et **Marine Pouyfaucou**.

Je remercie les personnes qui m'ont aidé dans ce travail, notamment **Marine Valcke**, **Caterina Franzon** et **Valérie Feyen** pour les bornes, ainsi que **Fanny Teil** et **Quentin Gendre** pour l'évaluation de « Chouette Cantine ».

Je remercie également toutes les personnes qui ont participé à la collecte des données pour l'évaluation de « Chouette Cantine » : **Emilie Szleper**, **Laura Arrazat**, **Camille Riera-Navarro**, **Alexia Geny**, **Victorien Perussel** et **Raphaël Tricot**.

Je tiens également à remercier chaleureusement **les doctorant.e.s** et **les permanentes de l'équipe 8**.

Laurence Petit et **Sylvie Millot** pour leur appui administratif, **Caroline Laval** et **Sophie Cretin-Lange** pour leur accompagnement sur les formations.

Je remercie du fond du cœur **mes parents** et **ma sœur** pour leur soutien durant ces 3 années et depuis toujours ! Je remercie **Alex** pour m'avoir accompagné et motivé durant cette dernière ligne droite.

Je remercie sincèrement mes colocos **Aude et Antoine** pour ces deux belles années partagées ensemble. **Louis**, pour ton humour et ta bonne humeur, **Marine** et **Pierre-Yves** pour être des voisins de qualité, **Zurine** et **Julie** pour les cours de yoga.

Je remercie mes ami.e.s pour leur soutien quotidien ou ponctuel : **Elou**, **Mathou**, **Lulu**, **Claire**, **Juju**, **Tom**, **Mathilde C.**, **Marion**, **Chrichri**, **Jésus**, **Marylène**, **Lili**, **Guigui**, **Abel**.

Un grand MERCI aux **enfants**, **parents**, **équipes des restaurants scolaires** et **de la cuisine centrale** qui ont participé de près ou de loin à l'enrichissement de ces travaux de thèse.

Publications et communications scientifiques

Publications

Dahmani, J., Nicklaus, S., Grenier J-M., Marty, L. (2022) Nutritional Quality and Greenhouse Gas Emissions of Vegetarian and Non-Vegetarian Primary School Meals: A Case Study in Dijon, France. *Frontiers in Nutrition* 9 (octobre): 997144. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.997144>

L. Marty, J. Dahmani, S. Nicklaus Children's liking for vegetarian and non-vegetarian school meals: does it vary across the socioeconomic spectrum ? (*en préparation*)

Dahmani, J., Nicklaus, S., & Marty, L. (2024). Willingness for more vegetarian meals in school canteens : Associations with family characteristics and parents' food choice motives in a French community. *Appetite*, 193, 107134. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2023.107134>

Dahmani, J., Teil, F., Pouyfaucou, M., Gaignaire, A., Nicklaus, S., & Marty, L. (2024). Effects of a short food education program implemented at school canteens on children's acceptance of plant-based food : A quasi-experimental study. *Food Quality and Preference*, 105104. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2024.105104>

Communications orales

Dahmani, J., Nicklaus, S., Marty, L. Vers une restauration scolaire plus durable : cas de la Ville de Dijon, Workshop Cantinégalité, Bilan à mi-parcours, 29 Juin 2021 – en ligne

Dahmani, J., Nicklaus, S., Grenier J-M., Marty, L. Nutritional quality and greenhouse gas emissions of vegetarian and non-vegetarian school meals: A case study in Dijon, France, 3rd International Symposium on Nutrition (ISN) 2022 – en ligne

Dahmani, J., Nicklaus, S., **Marty, L.** "How much did you like the meal today?" Children's liking for vegetarian and non-vegetarian meals at school canteens, British Feeding and Drinking Group, 2022

Dahmani, J., Nicklaus, S., Grenier J-M., Marty, L. Qualité nutritionnelle et émissions de gaz à effet de serre des menus végétariens et non-végétariens en restauration scolaire : analyse des menus de la ville de Dijon, Forum des Jeunes Chercheurs, Ecole Doctorale Environnement-Santé, Dijon, Juin 2022

Dahmani, J., Nicklaus, S., Grenier J-M., Marty, L. Qualité nutritionnelle et émissions de gaz à effet de serre des menus végétariens et non-végétariens en restauration scolaire : analyse des menus de la ville de Dijon, Journée des doctorant.e.s du CSGA, Dijon, Juin 2022

Dahmani, J., Franzon, C., Valcke, M., Grenier J-M., Feyen, F., Nicklaus, S., **Marty, L.** "Comment as-tu aimé le plat aujourd'hui ?" Des bornes de satisfaction pour accompagner la transition alimentaire en restauration scolaire, 2ème Journée Pratiques Alimentaires, Santé et Territoire, Brest, 2022

Marty, L., Dahmani, J., Nicklaus, S., Does children's liking prevent food waste at school canteens ? A real life experiment, British Feeding and Drinking Group, Leeds, Avril 2023

Dahmani, J., Teil, F., Pouyfaucou, M., Grenier J-M., Nicklaus, S., Marty, L. Effects of a short food education program at a school canteen on children's acceptance of plant-based food: a quasi-experimental study, Forum des Jeunes Chercheurs, Ecole Doctorale ES, Besançon, Juin 2023

Dahmani, J., Teil, F., Pouyfaucou, M., Grenier J-M., Nicklaus, S., Marty, L. Evaluation du programme « Chouette Cantine », Journée des doctorant.e.s du CSGA, Dijon, Juin 2023

Communications affichées

Dahmani, J., Nicklaus, S., Grenier J-M., Marty, L. Qualité nutritionnelle et émissions de gaz à effet de serre des menus végétariens et non-végétariens en restauration scolaire : analyse des menus de la ville de Dijon, Journée francophones de nutrition, Lille, Novembre 2021

Dahmani, J., Teil, F., Pouyfaucou, M., Grenier J-M., Nicklaus, S., Marty, L. Evaluation des effets d'un programme d'éducation au goût déployé en restauration scolaire sur le comportement alimentaire des enfants, Journées Francophones de Nutrition, Toulouse, Novembre 2022

Autres communications

Dahmani, J., Nicklaus, S., Marty, L. « Chouette Cantine » : Evaluation d'un programme co-construit d'éducation au goût pour accompagner la transition alimentaire auprès d'enfants d'âge primaire déjeunant dans les restaurants scolaires de la Ville de Dijon, Assises territoriales de la transition agro-écologique et de l'alimentation durable, Nantes, Septembre 2022

Dahmani, J., Nicklaus, S., Marty, L. Vers une restauration scolaire plus durable – Etude du cas de la Ville de Dijon, Journées Intermétiers, Nantes, 13 Février 2023

Dahmani, J., **Mimouni, M.**, Découvrir les solutions astucieuses de la Ville de Dijon pour plus de végétal dans les menus, Rencontres UnPlusBio, Dijon, 4 Avril 2023

Lehenoff, F., **Nicklaus, S.**, Retour d'expérience sur le projet « Chouette Cantine », Forum Agores, Auch, 11 Mai 2023

Dahmani, J., Chatel, F., Reconnecter les comportements alimentaires et la production locale, 28ème rencontre BEST, Dijon, 9 Novembre 2023

Dossier Web INRAE : De « Chouettes cantines » portées par un Territoire d'innovation : <https://www.inrae.fr/dossiers/chouettes-cantines-portees-territoire-innovation>

Vidéo « Chouette cantine » : vers une restauration scolaire plus durable (2022) : <https://www.youtube.com/watch?v=AL9TOMnszNQ&t=43s>

Table des matières

Remerciements	4
Publications et communications scientifiques	5
Liste des figures.....	10
Liste des tableaux.....	11
Liste des annexes	12
Liste des abréviations.....	13
Chapitre 1. Introduction.....	14
1.1 Place de l'alimentation dans les enjeux de transition climatique	14
1.2 La restauration scolaire.....	15
1.2.1 Place et organisation de la restauration scolaire en France	15
1.2.2 Cadre législatif	16
1.2.2.1 Le GEMRCN.....	16
1.2.2.2 La loi EGalim et la loi Climat et résilience	17
1.3 Les enjeux de durabilité en restauration scolaire	19
1.3.1 La dimension nutrition-santé.....	19
1.3.2 La dimension environnementale	20
1.3.3 La dimension sociale, culturelle et éducative	21
1.3.3.1 L'enfant mangeur	21
1.3.3.2 L'éducation à l'alimentation et au goût	22
1.3.4 La dimension socio-économique	23
1.3.4.1 Les coûts et l'accessibilité	23
1.3.4.2 Le développement territorial.....	24
1.3.5 Une offre alimentaire durable en restauration scolaire	24
1.4 Le projet de recherche-action	25
1.4.1 La restauration scolaire de la Ville de Dijon	25
1.4.2 ProDij : mieux manger, mieux produire	26
1.4.3 La co-construction des objectifs de la thèse	27
1.4.4 Freins, leviers et recommandations à l'introduction de menus végétariens en restauration scolaire	29
1.5 Etat de l'art scientifique, hypothèses et questions de recherche	31
1.5.1 Qualité nutritionnelle et empreinte carbone des menus	31
1.5.2 Appréciation des plats par les enfants.....	31
1.5.3 Caractéristiques et motivations des parents souhaitant augmenter la fréquence des repas végétariens en restauration scolaire	32
1.5.4 Favoriser l'appréciation des plats végétariens grâce à un programme d'éducation au goût.....	33
Chapitre 2. Matériels et méthodes.....	35

2.1	Qualité nutritionnelle et empreinte carbone des menus	35
2.1.1	Collecte, mise en forme des données et appariement avec les données nutritionnelles et environnementales	35
2.1.2	Calculs des indicateurs.....	36
2.1.3	Analyses statistiques.....	38
2.1.4	Analyses supplémentaires	39
2.1.4.1	Evolution des menus servis entre 2019 et 2023	39
2.1.4.2	Analyses des menus végétariens et non-végétariens, à 4 ou 5 composantes.....	39
2.2	Appréciation des plats principaux par les enfants	39
2.2.1	Présentation de la borne	40
2.2.2	Validation de l'échelle d'appréciation	40
2.2.3	Validation du dispositif des bornes de satisfaction.....	41
2.2.4	Semaine test et retours du terrain	42
2.2.5	Collecte des données	43
2.2.6	Visites de terrain.....	43
2.2.7	Analyses statistiques.....	44
2.3	Augmenter la fréquence des repas végétariens : enquête auprès des parents.....	46
2.3.1	Questionnaire en ligne	46
2.3.2	Description des variables	47
2.3.3	Analyses statistiques.....	47
2.4	Co-construction, implémentation et évaluation du programme « Chouette Cantine »	49
2.4.1	Co-construction	49
2.4.2	Co-conception des outils	51
2.4.3	Formation des équipes	52
2.4.4	Implémentation	52
2.4.5	Evaluation	53
2.4.5.1	Evaluation des effets de « Chouette Cantine »	53
2.4.5.2	Evaluation de la fidélité du programme « Chouette Cantine »	57
2.4.5.3	Analyses statistiques.....	58
Chapitre 3. Résultats		59
3.1	Qualité nutritionnelle et empreinte carbone des menus	59
3.1.1	Diagnostic basé sur les menus servis en 2019	59
3.1.1.1	Description de la qualité nutritionnelle et de l'empreinte carbone des menus.....	59
3.1.1.2	Comparaisons entre les menus végétariens et non-végétariens	60
3.1.1.3	Comparaisons des menus selon la composante protéique du plat principal	62
3.1.2	Evolution des menus servis entre 2019 et 2022	65
3.1.3	Analyse des menus servis de Janvier à Juin 2023	67
3.1.4	Analyse des menus végétariens et non-végétariens, à 4 ou 5 composantes	69

3.2	Appréciation des enfants pour les plats principaux.....	71
3.2.1	Types de plats	71
3.2.2	Utilisation des bornes par les enfants.....	71
3.2.3	Appréciation des enfants pour les plats végétariens et non-végétariens	72
3.2.4	Appréciation en fonction du contexte socio-économique.....	73
3.2.5	Appréciation, qualité nutritionnelle et empreinte carbone des plats	76
3.2.6	Appréciation et gaspillage alimentaire	78
3.3	Augmentation de l'offre végétarienne en restauration scolaire : caractéristiques et motivations des parents	80
3.3.1	Participants	80
3.3.2	Caractéristiques associées au choix d'un deuxième repas végétarien hebdomadaire	82
3.3.3	Caractéristiques associées à la volonté d'augmenter les repas végétariens.....	84
3.3.4	Association entre le type de repas, la fréquentation, le prix du repas payé par les parents et la volonté d'augmenter les repas végétariens	86
3.4	Evaluation du programme « Chouette Cantine »	88
3.4.1	Participants	88
3.4.2	Effets mesurés suite au temps fort sur les choux	89
3.4.3	Effets mesurés suite au temps fort sur les légumineuses	90
3.4.4	Attitude à l'égard des aliments et néophobie alimentaire	91
3.4.5	Fidélité et satisfaction du dispositif	91
Chapitre 4.	Discussion générale	92
4.1	Synthèse des résultats	92
4.2	Dimension nutritionnelle.....	94
4.2.1	Couverture des besoins en protéines	94
4.2.2	Biodisponibilité des nutriments.....	95
4.2.3	Recommandations nutritionnelles.....	95
4.2.4	Comment évaluer la consommation réelle des enfants ?.....	96
4.2.5	Composition des menus	98
4.2.6	Composition des plats végétariens	98
4.3	Impacts environnementaux.....	100
4.3.1	Indicateurs d'impact environnemental.....	100
4.3.2	Approvisionnement et modes de production	101
4.4	Acceptabilité des plats végétariens	103
4.5	Optimisation des menus.....	105
4.6	Mise en place d'actions d'éducation à l'alimentation	106
4.7	Perspectives techniques et opérationnelles	110
4.7.1	Suivi des indicateurs	110
4.7.2	Utilisation des bornes	111

4.7.3	Evolution de l'offre végétarienne	112
4.7.4	Déploiement du programme « Chouette Cantine ».....	113
4.7.5	Formation du personnel	114
4.7.6	Comité de dégustateurs (enfants)	115
4.7.7	Gouvernance de la restauration scolaire	116
Conclusion.....		118
Références		120
Annexes.....		136
Publications.....		191
Nutritional quality and greenhouse gas emissions of vegetarian and non-vegetarian primary school meals: A case study in Dijon, France		191
Children do not prefer meat-based school meals		218
Willingness for more vegetarian meals in school canteens: Associations with family characteristics and parents' food choice motives in a French community.....		246
Effects of a short food education program implemented at school canteens on children's acceptance of plant-based food: a quasi-experimental study.....		271

Liste des figures

Figure 1 : Une offre alimentaire durable en restauration scolaire	24
Figure 2 : Actions du projet Territoires d'Innovation « Dijon Alimentation Durable 2030 »	27
Figure 3 : Construction des bases de données (menus, plats et recettes).....	36
Figure 4 : Borne sans contact, échelle d'appréciation et notes associées	40
Figure 5 : Activités suivies par les enfants dans le cadre du programme « Chouette Cantine »	52
Figure 6 : Design experimental pour évaluer les effets du programme « Chouette Cantine »	57
Figure 7 : Nutriments en déficit et nutriments en excès dans les cinq catégories de menus	64
Figure 8 : Proportions des cinq catégories de menus servis en 2019 et en 2021-2022	65
Figure 9 : Répartition des cinq catégories de menus servis de Janvier à Juin 2023	67
Figure 10 : Scores moyens d'appréciation pour les plats végétariens et non-végétariens, ajustés en fonction de la catégorie d'accompagnement avec un effet aléatoire du restaurant scolaire.	72
Figure 11 : Scores moyens d'appréciation pour les catégories de composantes protéiques, ajustés en fonction de la catégorie d'accompagnement avec un effet aléatoire du restaurant scolaire.	72
Figure 12 : Scores moyens d'appréciation pour les catégories d'accompagnements, ajustés en fonction de la catégorie de la composante protéique avec un effet aléatoire du restaurant scolaire.	73
Figure 13 : Scores moyens d'appréciation estimés pour les menus végétariens et non-végétariens à différents prix moyens du repas payé par les familles	74
Figure 14 : Scores moyens d'appréciation estimés pour les catégories de composantes protéiques à différents prix moyens du repas payés par les familles.....	75
Figure 15 : Scores moyens d'appréciation estimés pour les catégories d'accompagnements à différents prix moyens du repas payés par les familles	75
Figure 16 : Qualité nutritionnelle, empreinte carbone et score moyen d'appréciation pour chaque catégorie du plat principal.....	77
Figure 17 : Restes moyens par enfant (en g) en fonction des deux composantes du plat principal	78
Figure 18 : Corrélations entre l'appréciation moyenne et les restes alimentaires moyens (n = 272)	79

Liste des tableaux

Tableau 1 : Tarification des repas pour la restauration scolaire de Dijon en 2022	25
Tableau 2 : Evolution des produits de qualité et du gaspillage alimentaire dans la restauration scolaire de Dijon entre 2019 et 2022.....	26
Tableau 3 : Participants du comité de pilotage de la thèse	28
Tableau 4 : Freins et leviers à l'introduction de menus végétariens en restauration scolaire	30
Tableau 5 : Recommandations pour l'introduction de repas végétariens en restauration scolaire	30
Tableau 6 : Participants du groupe de co-construction du programme « Chouette Cantine »	49
Tableau 7 : Calendrier du processus de co-construction du programme « Chouette Cantine »	50
Tableau 8 : Liste des outils envisagés pour le programme « Chouette Cantine »	51
Tableau 9 : Programme de formation pour les personnels impliqués dans « Chouette Cantine »	52
Tableau 10 : Variables mesurées, questions et types de réponses présents dans les questionnaires d'évaluation du programme « Chouette Cantine »	55
Tableau 11 : Codage et calcul des scores pour chaque variable mesurée dans l'évaluation du programme « Chouette Cantine »	56
Tableau 12 : Evaluation de la fidélité du programme « Chouette Cantine »	58
Tableau 13 : Corrélation entre le poids, l'apport énergétique, les EGES, le MAR/2 000 kcal et le MER/2 000 kcal	59
Tableau 14 : Qualité nutritionnelle et empreinte carbone de l'ensemble des menus, des menus non-végétariens et des menus végétariens servis par la restauration scolaire de Dijon en 2019	61
Tableau 15 : Qualité nutritionnelle et empreinte carbone des cinq catégories de menus basées sur la composante protéique du plat principal	63
Tableau 16 : Qualité nutritionnelle et empreinte carbone des menus servis en 2019 et 2021-2022...66	66
Tableau 17 : Qualité nutritionnelle et empreinte carbone des menus servis de Janvier à Juin 2023 ...68	68
Tableau 18 : Nombre d'enfants ayant opté pour un ou deux menus végétariens hebdomadaires au premier semestre 2023 et empreinte carbone associée	69
Tableau 19 : Qualité nutritionnelle et empreinte carbone des menus selon le type (végétarien ou non-végétarien) et le nombre de composantes (4 ou 5)	70
Tableau 20 : Caractéristiques des participants à l'enquête sur l'augmentation de la fréquence de repas végétariens en restauration scolaire	81
Tableau 21 : Caractéristiques associées à la volonté de choisir un deuxième repas végétarien hebdomadaire	83
Tableau 22 : Caractéristiques associées à la volonté d'augmenter les repas végétariens	85
Tableau 23 : Corrélation entre % oui pour un deuxième repas végétarien ou pour un repas végétarien quotidien, le % d'enfants inscrits au repas sans porc, le taux de fréquentation et le prix du repas	86
Tableau 24 : Résultats de la régression linéaire entre le % oui pour un deuxième repas végétarien ou un repas végétarien quotidien et le % repas sans porc, le taux de fréquentation et le prix du repas	87
Tableau 25 : Genre et niveau scolaire des enfants impliqués dans les groupes contrôle et intervention pour l'évaluation du programme « Chouette cantine »	88
Tableau 26 : Nombre d'enfants déjeunant dans les restaurants scolaires et nombre d'enfants ayant répondu à chaque questionnaire dans les groupes contrôle et intervention.....	88
Tableau 27 : Effets mesurés suite au temps fort sur les choux	89
Tableau 28 : Effet mesurés suite au temps fort sur les légumineuses.....	90
Tableau 29 : Effet du programme « Chouette Cantine » sur l'attitude et la néophobie alimentaire ...91	91
Tableau 30 : Difficultés perçues sur l'implémentation du programme « Chouette cantine » et recommandations pour le déploiement.....	109
Tableau 31 : Exemples d'actions et indicateurs de suivi pour la restauration scolaire de Dijon	110

Liste des annexes

Annexe 1 : Exemple de plan alimentaire sur 20 repas successifs	136
Annexe 2 : Fréquences de service des plats à respecter sur 20 repas successifs	137
Annexe 3 : Recommandations du CNRC sur les fréquences de service des plats en intégrant le menu végétarien hebdomadaire	138
Annexe 4 : Mesures des lois EGAlim et Climat et Résilience	139
Annexe 5 : Niveaux de labélisation Ecocert en cuisine	140
Annexe 6 : Niveaux de confiance d'appariement avec les items CIQUAL et AGRIBALYSE	141
Annexe 7 : Apports nutritionnels conseillés pour les 23 nutriments à favoriser et valeurs maximales recommandées pour les 3 nutriments à limiter	142
Annexe 8 : Livret papier utilisé pour valider l'échelle d'appréciation des bornes	143
Annexe 9 : Flyer explicatif sur les bornes à destination des équipes des restaurants scolaires	145
Annexe 10 : Retours sur les données d'appréciation pour les services de la Ville de Dijon	147
Annexe 11 : Liste des plats dont les restes alimentaires et l'appréciation ont été mesurés	148
Annexe 12 : Questionnaire pour les parents ayant leur(s) enfant(s) inscrit(s) à la restauration scolaire de Dijon	149
Annexe 13 : Idées reçues exprimées par les participants du groupe de co-conception du programme « Chouette Cantine » sur l'augmentation des menus végétariens en restauration scolaire	154
Annexe 14 : Extrait du livret sur les temps forts des choux et des légumineuses	156
Annexe 15 : Questionnaires papier utilisés pour l'évaluation de « Chouette Cantine »	160
Annexe 16 : MAR et teneurs en nutriments pour l'ensemble des menus, des menus végétariens et non-végétariens et des cinq catégories de menus.....	179
Annexe 17 : Liste des plats principaux servis sur l'année scolaire 2021-2022 avec leurs scores d'appréciation, présentés du moins au plus apprécié	180
Annexe 18 : Comparaison des données socio-démographiques des répondants à l'enquête avec celles des parents ayant leur(s) enfant(s) inscrit(s) à la restauration scolaire de Dijon en 2022	183
Annexe 19 : Analyses de sensibilité sur les données de l'enquête	184
Annexe 20 : Effets mesurés sur l'envie de goûter d'autres aliments.....	185
Annexe 21 : Photos de plats principaux servis par la restauration scolaire de la Ville de Dijon	186
Annexe 22 : Note sur la généralisation du deuxième menu végétarien hebdomadaire pour la restauration scolaire de Dijon	187
Annexe 23 : Extrait du Dijon Info Famille – Juillet 2023	190

Liste des abréviations

AB : Agriculture biologique
ACV : Analyse du cycle de vie
ADEME : Agence de la transition écologique
ALA : Acide alpha-linolénique
AGS : Acides gras saturés
ANC : Apport(s) nutritionnel(s) conseillé(s)
ANEGJ : Association Nationale pour l'Éducation au Goût des Jeunes
ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
AOC : Appellation d'origine contrôlée
AOP : Appellation d'origine protégée
ATSEM : Agent territorial spécialisé des écoles maternelles
CEDE : Club européen des diététiciens de l'enfants
CENA : Club expert nutrition et alimentation
CGAAER : Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux
CME : Conseil municipal des enfants
CNA : Conseil national de l'alimentation
CNFPT : Centre national de la fonction publique territoriale
CNRC : Conseil national de la restauration collective
CSGA : Centre des sciences du goût et de l'alimentation
DHA : Acide docosahexaénoïque
DRAAF : Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt
ECPI : Etablissement public de coopération intercommunale
EFSA : European Food Safety Authority (Autorité européenne de sécurité des aliments)
FAO : Food and Agricultural Organization of the United Nations (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)
GEMRCN : Groupe d'étude des marchés de restauration collective et de nutrition
EGES : Emissions de gaz à effet de serre
HVE : Haute valeur environnementale
IGP : Indication géographique protégée
INCA : Enquête nationale sur les consommations alimentaires individuelles
LA : Acide linoléique
MAR : Mean adequacy ratio (adéquation nutritionnelle moyenne)
MER : Mean excess ratio (excès nutritionnel moyen)
PNNS : Plan national nutrition santé
RUP : Région ultrapériphérique
STG : Spécialité traditionnelle garantie
UK : United Kingdom
VMR : Valeur(s) maximale(s) recommandée(s)

Chapitre 1. Introduction

1.1 Place de l'alimentation dans les enjeux de transition climatique

L'alimentation est au carrefour des enjeux majeurs de notre siècle avec l'augmentation des besoins alimentaires à l'horizon 2050, liée à la hausse démographique mondiale dans un contexte de changement climatique et de réduction nécessaire de l'empreinte écologique humaine (ADEME, 2019). Les maladies non transmissibles (le surpoids, l'obésité, le diabète et les maladies cardiovasculaires sans oublier certains cancers) ainsi que les menaces environnementales (le réchauffement climatique, la pollution atmosphérique, la pollution de l'eau et la déforestation) nécessitent d'identifier les changements alimentaires qui permettraient d'améliorer la qualité nutritionnelle et de réduire l'impact environnemental des régimes alimentaires (Willett et al. 2019; Clark et al. 2019). Dans les pays à revenu élevé, un changement de comportement vers des régimes alimentaires plus végétaux est notamment nécessaire pour protéger la santé de la population et de la planète (Willett et al. 2019). De plus, la promotion d'une alimentation saine chez les enfants s'est avérée depuis longtemps primordiale (World Health Organization, 2016), en particulier dans un environnement alimentaire où de nombreux produits industriels type « malbouffe » sont disponibles, la France n'échappant pas à cette observation (Richonnet et al., 2021).

La restauration scolaire représente une part importante des aliments consommés par les enfants. Elle pourrait servir de levier vers des systèmes alimentaires plus durables, en proposant des repas de bonne qualité nutritionnelle et respectueux de l'environnement, accessibles à un grand nombre d'enfants (Batlle-Bayer et al., 2021; Benvenuti et al., 2016; Cooreman-Algoed et al., 2020; Elinder et al., 2020; Eustachio Colombo et al., 2020; Poinot et al., 2022; World Food Programme, 2022). Ainsi, la restauration scolaire constitue un système intéressant pour l'élaboration et l'application de recommandations alimentaires à l'échelle de la population, toutes classes socio-économiques confondues (Oostindjer et al., 2017).

Plusieurs pays ont déjà instauré une transition dans leur système de restauration scolaire. Depuis 2007, une alternative végétarienne quotidienne est proposée dans toutes les écoles d'Helsinki (Finlande) dans le but d'augmenter la consommation de légumes et d'initier les élèves à de nouveaux aliments et goûts. En 2010, le conseil municipal d'Helsinki a approuvé la proposition d'introduire un menu végétarien hebdomadaire dans ses écoles. A moyen terme, aucun effet n'a été observé sur la fréquentation des restaurants scolaires ni sur le gaspillage alimentaire (Lombardini & Lankoski, 2013). Cependant, une diminution de la quantité de nourriture servie dans l'assiette a été observée. En Espagne, la municipalité de Barcelone a introduit des repas à faible empreinte carbone dans les écoles publiques au cours de l'année scolaire 2020-2021. L'évaluation de cette expérience a montré que la

transition vers des repas à faible empreinte carbone (entre autre avec moins de produits animaux) a eu des effets bénéfiques sur l'environnement en réduisant de moitié les impacts environnementaux des repas (empreinte de l'eau, énergie, utilisation des terres, réchauffement climatique) (Batlle-Bayer et al. 2021; Perez-Neira et al. 2021). À Bahia (Brésil), le Sustainable School Program a mis en place des repas à faible empreinte carbone deux fois par semaine dans 155 écoles de 4 municipalités. Cela a entraîné une réduction de 17% des émissions de gaz à effet de serre (EGES) liées à l'alimentation (Kluczkowski et al., 2022).

Ainsi, on peut se demander si ces exemples de transitions vers une restauration scolaire plus durable pourraient être déployés en France, dans un contexte réglementaire spécifique, pour permettre de réduire son impact environnemental sans altérer les dimensions nutritionnelle, économique, sociale et culturelle liées à l'alimentation.

1.2 La restauration scolaire en France

1.2.1 Place et organisation de la restauration scolaire en France

Proposer un service de repas scolaires est facultatif pour les écoles primaires. Cependant, tous les enfants d'une même école y ont droit lorsque ce service est proposé (loi du 27 janvier 2017 relative à l'égalité et la citoyenneté, Vie publique 2019). En France, 8,5 millions d'enfants âgés de 3 à 17 ans déjeunent au moins une fois par semaine à la cantine et 58% des enfants âgés de 3 à 10 ans y déjeunent au moins 4 jours par semaine (ANSES, 2021a). Pour les écoles primaires, la responsabilité de la restauration relève de la commune ou de l'établissement public de coopération intercommunale (EPCI), avec un mode d'organisation qui varie selon la taille des communes et/ou les compétences présentes au niveau de chaque municipalité. La préparation des repas peut être déléguée à une société de restauration collective ou gérée directement par la municipalité. Pour les communes de taille importante, les repas sont préparés dans une cuisine centrale puis acheminés vers des sites « satellites ». Les repas peuvent être livrés en liaison chaude (maintien à température >63°C) ou en liaison froide (refroidissement <3°C puis remise en température à >63°C). Sur les cuisines satellites des restaurants scolaires, le service et l'entretien des locaux sont généralement assurés par des agents territoriaux (agents d'entretien et de restauration), de même pour la surveillance des enfants (ATSEM ou animateurs). Ces équipes sont souvent complétées par des emplois contractuels, notamment des étudiants pour les postes d'animateurs périscolaires. Le service du repas peut être réalisé sous forme de service à table (c'est-à-dire que les enfants sont servis par les agents de service et les animateurs) ou en self-service. Selon le site officiel de l'administration française, le temps du repas doit être d'au moins 30 minutes pour les élèves.

Les menus servis en restauration scolaire possèdent 4 ou 5 composantes comprenant : une composante protéique, un accompagnement, un produit laitier, une entrée et/ou un dessert. Les menus sont généralement élaborés par une diététicienne à partir d'un plan alimentaire sur au minimum 20 repas successifs (exemple en **Annexe 1**) dont les règles de composition seront détaillées dans le paragraphe 1.2.2.1. Ces menus sont ensuite validés lors de commissions menus qui intègrent *a minima* : le responsable des achats, le chef de cuisine, la diététicienne et les représentants des convives. En effet, la validation des menus nécessite de prendre en considération différentes contraintes, comme par exemple : l'équilibre nutritionnel, les approvisionnements, le budget alloué par la collectivité, les capacités de la cuisine, le savoir-faire des cuisiniers et les attentes des convives.

1.2.2 Cadre législatif

1.2.2.1 Le GEMRCN

Afin de garantir l'équilibre alimentaire en restauration scolaire, le décret n° 2011-1227 du 30 septembre 2011 et l'arrêté du ministre de l'Éducation nationale du 30 septembre 2011 imposent le principe de variété des repas et précisent les fréquences de présentation des plats sur au minimum 20 repas successifs ainsi que la taille des portions, au travers de 15 règles de composition nutritionnelle. Pour préciser ce cadre et aider les acteurs publics, le Groupe d'étude des marchés de restauration collective et de nutrition (GEMRCN) a publié des recommandations sur les fréquences de service des plats et les grammages à respecter sur 20 repas successifs (GEMRCN, 2011, 2013, 2015). Le tableau de ces fréquences est disponible en **Annexe 2**.

Une étude réalisée en 2018 sur la base de simulations de séries de 20 repas successifs a montré que le respect de ces critères fréquentiels permettait d'assurer une bonne qualité nutritionnelle de l'offre en restauration scolaire (Vieux et al., 2018). Concernant la taille des portions, la Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DRAAF) d'Auvergne-Rhône Alpes a indiqué dans une note d'information que les obligations réglementaires ne fixent aucune taille de portion pour les plats préparés par les équipes de restauration scolaire, et que les grammages ne sont imposés que pour les plats préparés par les fournisseurs industriels. En conséquence, les services de restauration scolaire sont libres de proposer les tailles de portion qu'ils jugent appropriées aux besoins de leurs convives (DRAAF, 2015). A ce jour, aucune étude n'a évalué la couverture de besoins nutritionnels des menus proposés aux enfants selon différents grammages de portions. Le cadre réglementaire impose donc des règles de composition des menus à la restauration scolaire pour favoriser leur qualité nutritionnelle, cependant une étude qui a analysé la composition des menus de 124 communes de la région parisienne servis en novembre 2020 a montré qu'en moyenne, seuls 8 des 15 critères de composition des menus étaient respectés (Chiaverina et al., 2023).

Les priorités nutritionnelles relatives à la restauration scolaire établies par le Programme national nutrition santé (PNNS) sont de couvrir les besoins des enfants en corrigeant les excès et les déficiences nutritionnelles constatées dans la population générale, ralentir la progression du surpoids et de l'obésité (axe 1, objectif 2), et participer à la construction d'un répertoire alimentaire varié au travers d'une posture d'éducation alimentaire (axe 2, objectif 12). Ces objectifs se déclinent dans les dernières recommandations du GEMRCN (2015) de la manière suivante :

- La consommation suffisante de fruits et légumes pour les apports en vitamines, minéraux, oligo-éléments et fibres ;
- La variété de féculents (légumes secs, pomme de terre ou céréales), sources de fibres ;
- La quantité limitée de matières grasses utilisées et la variété pour équilibrer les apports en acides gras et vitamines ;
- La place des poissons gras, source d'acides gras essentiels (oméga 3) ;
- La quantité limitée d'aliments contenant des sucres ajoutés ;
- La consommation suffisante de bœuf, veau, agneau et abats de boucherie, viandes sources de fer bien assimilé par l'organisme ;
- La consommation suffisante de produits laitiers variés, principales sources de calcium ;
- Les apports contrôlés en sel.

Dans son dernier rapport, le PNNS préconise d'élaborer, publier et diffuser les nouvelles recommandations nutritionnelles en restauration scolaire, avec la révision de l'arrêté du 30 septembre 2011 relatif à la qualité nutritionnelle des repas sur la base des nouvelles recommandations alimentaires (Ministère des Solidarités et de la Santé, 2019).

1.2.2.2 La loi EGalim et la loi Climat et résilience

Les Etats Généraux de l'Alimentation conduits en 2017 ont donné lieu à la promulgation en Novembre 2018 de la loi n° 2018-938 pour l'équilibre des relations commerciales dans le secteur agricole et une alimentation saine, durable et accessible à tous (EGalim). Appliquées à la restauration scolaire, les mesures de cette loi portent sur :

- La diversification des sources de protéines et l'expérimentation d'un menu végétarien hebdomadaire (sans viande ni poisson) pendant deux ans ;
- La lutte contre le gaspillage alimentaire ;
- L'approvisionnement d'au moins 50% de produits « de qualité et durables », dont au moins 20% de produits issus de l'agriculture biologique (% en valeur d'achat) ;
- La suppression du plastique ;
- L'information des convives.

Que signifie « produits de qualité et durables » dans la restauration collective ?

Les produits bénéficiant de labels officiels de qualité ou d'origine tels que :

- *Le label rouge (LR)*
- *L'appellation d'origine protégée ou contrôlée (AOP/AOC)*
- *L'indication géographique protégée (IGP)*
- *La spécialité traditionnelle garantie (STG)*
- *La mention « issu d'une exploitation à haute valeur environnementale » (HVE)*
- *L'écolabel pêche durable (MSC)*
- *Le commerce équitable*
- *Les produits bénéficiant du logo région ultrapériphérique (RUP)*

On peut ajouter que les « produits fermiers » ou « de la ferme » sont qualifiés de durables même s'ils ne possèdent pas de labels à part entière. De même, les produits acquis selon des modalités prenant en compte les coûts imputés aux externalités environnementales liées au produit pendant son cycle de vie peuvent être pris en compte.

A noter, les produits locaux ou « de proximité » ne répondent pas à la définition d'un produit de qualité et durable.

Source : Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, 2018

Suite à l'entrée en vigueur de ces mesures, le groupe de travail « Nutrition » du Conseil national de la restauration collective (CNRC) a travaillé avec l'ensemble de ses membres à la révision des recommandations sur les fréquences de service des plats en intégrant le menu végétarien hebdomadaire (**Annexe 3**). Ces recommandations ont été élaborées suite à une étude portant sur la qualité nutritionnelle des plats végétariens dont les résultats encourageaient une offre diversifiée de ces plats afin de couvrir les besoins en différents nutriments : les plats à base d'aliments végétaux (sans ingrédients d'origine animale), les plats végétariens avec du fromage, les plats végétariens avec des œufs et/ou des produits laitiers (hors fromage) (Poinot et al., 2020). De plus, la conclusion de cette étude portait sur la méthodologie employée, en insistant sur le fait que les algorithmes des systèmes de profilage nutritionnel (Nutri-score¹, SAIN/LIM²) n'étaient pas suffisants pour déterminer l'adéquation nutritionnelle des plats de la restauration scolaire, car ils ne couvraient pas tous les nutriments « protecteurs ». Ceci nous a conduits à considérer d'autres méthodes pour évaluer la qualité nutritionnelle des menus de la restauration scolaire, qui seront exposées plus loin dans le manuscrit.

¹**Nutri-score** : N-P, N=score des composants Négatifs (énergie, sodium, acides gras saturés, sucres) et P=score des composants Positifs (protéines, fibres, fruits et légumes).

²**SAIN** : Pourcentage d'adéquation aux apports nutritionnels conseillés pour 5 nutriments favorables : protéines, fibres, calcium, fer, vitamine C. **LIM** : Pourcentage d'excès par rapport aux apports maximum recommandés en trois nutriments dont il faut limiter la consommation : sodium, acides gras saturés, sucres ajoutés (ou libres).

Suite au rapport de la convention citoyenne pour le climat remis en Juin 2020, la loi n° 2021-1104 du 22 Août 2021 portant sur « la lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets » a été mise en place. Le titre VI intitulé « se nourrir » ajoute de nouvelles obligations et complète certaines mesures de la loi EGalim (**Annexe 4**). Ainsi en 2021, le menu végétarien hebdomadaire est devenu obligatoire dans la restauration scolaire et une expérimentation d'une durée de deux ans a été lancée pour les collectivités territoriales volontaires qui souhaitent mettre en place une option végétarienne quotidienne. L'objectif de cette expérimentation est d'évaluer l'impact de la mise en place d'une option végétarienne quotidienne sur différentes variables : le gaspillage alimentaire, le coût des repas, la fréquentation, la satisfaction des convives et les niveaux d'approvisionnements en produits durables et de qualité.

En plus de l'aspect nutritionnel, le cadre règlementaire français de la restauration scolaire et ses dernières évolutions intègrent la dimension environnementale dans les directives de composition des menus. La partie suivante présente les différents enjeux relatifs à la durabilité auxquels la restauration scolaire devrait être en mesure de répondre.

1.3 Les enjeux de durabilité en restauration scolaire

Selon la définition de l'Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture : « *Les régimes alimentaires durables contribuent à protéger et à respecter la biodiversité et les écosystèmes, sont culturellement acceptables, économiquement équitables et accessibles, abordables, nutritionnellement sûrs et sains, et permettent d'optimiser les ressources naturelles et humaines* » (FAO 2010). Dans cette partie, nous allons analyser dans quelle mesure cette définition permet de clarifier ce que pourrait être une restauration scolaire durable.

1.3.1 La dimension nutrition-santé

Les repas scolaires représentent une proportion importante de l'alimentation des enfants au cours d'une période où se forment les préférences et habitudes alimentaires (Nicklaus, 2014) qui peuvent persister jusqu'à l'âge adulte (Nicklaus et al., 2005; Nicklaus & Remy, 2013). Puisque les repas pris à l'école constituent une part importante des apports journaliers en énergie (35% des apports nutritionnels conseillés) et en nutriments (49% d'adéquation nutritionnelle moyenne pour 23 nutriments) sur une journée (Vieux et al., 2018), la qualité des menus servis en restauration scolaire constitue un enjeu majeur de santé publique pour garantir l'équilibre alimentaire des enfants et lutter contre le surpoids et l'obésité dont la prévalence est respectivement de 17% et 4% chez les enfants de

6 à 17 ans (résultats de l'étude ESTEBAN 2014-2015, Santé publique France, 2019). Cependant, sur la base d'une étude conduite en 2001, aucune relation statistique n'avait été trouvée entre l'existence d'un surpoids ou d'une obésité et la fréquentation de la restauration scolaire (Feur et al., 2001). Néanmoins, dans une étude visant à évaluer la prévalence de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent scolarisés en Seine Saint-Denis, la fréquentation de la restauration scolaire semblait être un facteur protecteur de l'insuffisance pondérale chez les garçons, particulièrement en zone d'éducation prioritaire (Ginioux et al., 2006).

En ce qui concerne les apports nutritionnels des enfants français, sur la base des données collectées dans l'étude individuelle nationale sur les consommations alimentaires 2006-2007 (INCA2), les experts de l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) ont identifié des apports insuffisants pour certains nutriments : la vitamine D chez les enfants de 4 à 17 ans, le fer chez les enfants de 7 à 10 ans et le calcium chez les filles de 4 à 6 ans (ANSES, 2019). En termes de recommandations, le PNNS4 (2019-2023) préconise pour la population générale d'augmenter la consommation de fibres et produits végétaux (légumes secs, fruits et légumes, féculents complets) et de réduire la consommation de charcuterie, viande rouge, produits gras, sucrés, salés et de produits ultra-transformés. Comme vu précédemment dans le paragraphe 1.2.2.1, actualiser les recommandations nutritionnelles du GEMRCN avec les dernières recommandations du PNNS permettrait d'apporter une cohérence entre les comportements alimentaires recommandés et les repas servis par la restauration scolaire.

1.3.2 La dimension environnementale

Face aux enjeux actuels présentés en première partie de l'introduction, il devient urgent de préserver l'environnement et de limiter le réchauffement climatique, notamment en réduisant les EGES. Il est également nécessaire de minimiser les impacts de l'alimentation sur l'eau, les sols, l'air et la biodiversité au niveau de la production agricole. A l'échelle mondiale, les systèmes alimentaires représentent 34% des émissions d'origine anthropique (Crippa et al., 2021). En France, l'alimentation est le deuxième secteur d'EGES après les transports (Barbier et al., 2019). Une part importante des impacts se situe dès l'étape de la production agricole, qui dépend en majeure partie des modes de production, mais également de la composition du régime alimentaire car la production de certains aliments est plus ou moins émettrice de gaz à effet de serre (ADEME, 2019). Les légumes, les céréales et les légumineuses, ont tendance à avoir une empreinte carbone plus faible (par calorie ou par gramme de protéine) que les produits d'origine animale. Dans une étude qui présente l'empreinte carbone et la qualité nutritionnelle de l'alimentation en France, l'empreinte carbone la plus élevée

était observée pour les aliments du groupe « viande, poisson, œufs et volaille » (Vieux et al., 2013). Au sein de ce groupe, la viande de ruminant était la catégorie qui avait la plus forte empreinte carbone.

En ce qui concerne la restauration scolaire, plusieurs études internationales ont évalué l'empreinte carbone moyenne d'un repas. Celle-ci pouvait aller de 1,3 à 1,7 kgCO₂eq/repas (Cerutti et al., 2017; De Laurentiis et al., 2017; Martinez et al., 2020; Perez-Neira et al., 2021). Une récente étude portant sur l'analyse des repas servis dans plusieurs écoles primaires françaises a montré que les repas à base de viande de ruminant (ovine ou bovine) avaient l'impact environnemental le plus élevé par rapport aux repas sans viande ni poisson (Poinsot et al., 2022). Ces résultats confirment ceux trouvés dans des études précédentes sur la base d'analyses de menus servis dans d'autres pays (De Laurentiis et al., 2017; González-García et al., 2020; Rossi et al., 2021; Wickramasinghe et al., 2017).

1.3.3 La dimension sociale, culturelle et éducative

1.3.3.1 *L'enfant mangeur*

Les préférences alimentaires des enfants sont en partie établies sur la base des habitudes et des pratiques familiales (Birch et al., 2007) et modulées par le tempérament alimentaire de l'enfant (Stifter & Moding, 2019). En matière de comportement alimentaire, la période de l'enfance est caractérisée par l'émergence du trait de néophobie alimentaire (c'est-à-dire le refus des enfants d'essayer des aliments nouveaux et inconnus). Cette étape est plus ou moins marquée selon les enfants à partir de la fin de la deuxième année et commence à s'atténuer vers 6 à 8 ans (Nicklaus & Monnery-Patris, 2018). Ainsi, au moment d'intégrer la restauration scolaire, l'enfant est particulièrement susceptible de montrer des réticences à goûter des plats inconnus. Dès le plus jeune âge, l'exposition à plusieurs aliments permet d'augmenter leur familiarité, ce qui peut influencer la volonté des enfants à goûter de nouveaux aliments (Nicklaus, 2016). Par ailleurs, l'exposition répétée à des aliments sains et durables dès le plus jeune âge peut contribuer à en accroître la familiarité et à réduire la néophobie alimentaire. L'exposition répétée permet également de développer le plaisir de manger ces aliments (Nicklaus, 2016; Schwartz et al., 2011) pouvant ainsi contribuer au développement d'habitudes alimentaires saines et durables (Marty et al., 2018). Dans le contexte de la restauration scolaire, les interventions visant à encourager la consommation de tels aliments pourraient donc mettre l'accent sur le plaisir de les manger, notamment en s'appuyant sur l'activation de trois dimensions du plaisir : la dimension sensorielle (le plaisir des sensations sensorielles lors de la consommation des aliments), la dimension interpersonnelle (le plaisir du contexte social de la consommation des aliments) et la dimension psychosociale (le plaisir des représentations cognitives liées à l'alimentation) (Marty et al., 2018; Bertin, 2020).

1.3.3.2 L'éducation à l'alimentation et au goût

Le déjeuner est un temps de socialisation et d'apprentissage des civilités et des codes sociaux. Dans le Vademecum « Education à l'alimentation et au goût », la restauration scolaire est présentée comme un terrain essentiel d'expérimentation et de mise en pratique de l'éducation à l'alimentation et au goût dans le prolongement des enseignements délivrés en classe (Ministère de l'Education Nationale, de la Jeunesse et des Sports, 2020).

L'éducation à l'alimentation s'inscrit dans la totalité de l'acte de manger qui est à la fois un acte biologique, physiologique, psychologique, culturel, social, économique, mais également et avant tout un acte de bien-être et de plaisir. Il est recommandé que l'éducation à l'alimentation passe par le « faire », c'est à dire la manipulation concrète d'aliments, et soit accompagnée de messages positifs (CNA, 2019). Sur le temps scolaire (hors classe), le temps de la pause méridienne peut être un véritable moment éducatif en permettant la découverte des produits et des métiers de la restauration scolaire, à travers la transmission culturelle, l'apprentissage de l'équilibre alimentaire, des valeurs de l'aliment, de l'origine des produits, et de la prévention du gaspillage alimentaire (CGAAER, 2018). Cependant, les conclusions de travaux scientifiques et les résultats des projets de recherches-actions menées dans le domaine de l'éducation alimentaire en milieu scolaire sont encore trop peu connus et diffusés.

L'éducation au goût s'intègre dans l'éducation à l'alimentation et se veut complémentaire de l'approche d'éducation nutritionnelle qui n'est pas nécessairement adaptée au jeune enfant (Ares et al., 2023; Marty et al., 2018; Nicklaus, 2020). Elle trouve son ancrage en particulier dans l'approche « Les classes du goût » proposée par Jacques Puisais dès 1975 (Puisais, 1999). Basée sur un processus éducatif, l'éducation au goût repose sur des expériences sensorielles individuelles et collectives, procurées par les aliments. En France, l'Association nationale pour l'éducation au goût des jeunes (ANEGJ) rassemble de nombreux acteurs qui mènent des actions d'éducation au goût sur le terrain au niveau national. De telles actions foisonnent, mais leurs effets sur le comportement alimentaire des enfants sont rarement mesurés. Au niveau international, les études qui ont évalué différents programmes d'éducation au goût en milieu scolaire ont notamment montré des effets sur les connaissances des enfants et leur envie de goûter des aliments (Battjes-Fries et al., 2015; Park & Cho, 2016; Poelman et al., 2019). Nous présenterons plus en détails les concepts et les résultats des études évaluant des programmes d'éducation alimentaire au paragraphe 1.5.4.

1.3.4 La dimension socio-économique

1.3.4.1 *Les coûts et l'accessibilité*

La contribution des familles au financement des repas et des services associés est souvent très inférieure au prix de revient (Avallone et al., 2023). Selon une enquête, le coût denrées moyen d'un repas (c'est-à-dire le coût des matières premières) est estimé à 2,14€, pouvant varier de 1,10€ à 5,08€ (UnPlusBio, 2022), tandis que le Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire indique un coût denrées moyen allant de 1,63 à 1,66€ par repas (Centre d'études et de prospectives, 2023). Pour la collectivité, le coût denrées représente entre 25% et 32% du coût total d'un repas. A cela s'ajoutent les frais de fonctionnement (environ 10%) et les salaires du personnel associé à la restauration scolaire (60% à 65%) (L'autre cuisine, 2022), avec des coûts de service et de surveillance des restaurants scolaires pouvant représenter 46% de la masse salariale (Cour des comptes, 2020).

Si l'ANSES préconise de faciliter l'accès à la restauration collective au plus grand nombre, tous les enfants ne fréquentent pas la restauration scolaire. C'est aux parents que revient la décision d'inscrire leurs enfants à la cantine, des parents pouvant être obligés de procéder à des arbitrages entre des contraintes économiques, professionnelles, des positions éducatives ou encore des appartenances religieuses (Mathiot, 2020). L'étude INCA2 permet d'avoir une première description des raisons relatives à la non-fréquentation de la restauration scolaire, comme par exemple la présence d'une personne au domicile pour préparer le déjeuner (associée à l'inactivité professionnelle d'un des parents). L'autre principale raison évoquée est la proximité de l'école par rapport au domicile (Dubuisson, 2013). Par ailleurs, la fréquentation de la restauration scolaire est également associée au niveau d'étude et à la catégorie socio-professionnelle du parent référent (ANSES, 2012a). En effet, les enfants sont plus nombreux à ne jamais fréquenter la restauration scolaire lorsque le niveau d'étude du parent référent est faible que lorsqu'il est élevé. La fréquentation de la restauration scolaire est d'ailleurs plus faible dans les établissements relevant de l'éducation prioritaire (Cnesco, 2017).

Tous ces facteurs interviennent en lien avec le frein économique. Certaines collectivités locales ont fait le choix de financer la restauration scolaire selon le principe de la tarification sociale, encouragée financièrement par l'Etat avec la mise en place du dispositif « cantine à un euro » prévu par le plan pauvreté (Sénat, 2019). Ainsi, la contribution financière de la famille peut varier en fonction des revenus du foyer (quotient familial). Cependant, les familles qui n'inscrivent pas leurs enfants à la restauration scolaire sont plus nombreuses parmi celles ayant les revenus les plus bas même lorsqu'une tarification sociale est appliquée, et pour lesquelles les tarifs proposés sont les plus faibles (Math, 2019). Ceci est cohérent avec l'observation de Dubuisson relative à l'(in)activité d'un des parents comme déterminant de la non-fréquentation de la restauration scolaire (Dubuisson, 2013).

1.3.4.2 Le développement territorial

Par le choix de ses approvisionnements, la restauration scolaire peut participer au développement économique et social de son territoire. En effet, l'approvisionnement local de la restauration scolaire permettrait de soutenir les producteurs locaux en leur facilitant l'accès à un marché tout en leur assurant un débouché, et de créer de nouveaux emplois (Let's Food & Eating City, 2021). La restauration scolaire pourrait également permettre la création de nouvelles filières (par exemple de légumineuses). Sur les 458 répondants d'une enquête réalisée par la DRAAF de Bourgogne Franche-Comté sur l'approvisionnement des restaurations collectives (collèges, lycées, enseignements autre et établissements de santé), 84% des acheteurs déclaraient se fournir en produits de proximité pour préserver le tissu économique local (connaissance des producteurs et maintien de l'emploi local) (Agreste, 2020). Cependant, les règles des marchés publics associées aux directives européennes ne permettent pas l'attribution d'un marché sur la base d'un critère de préférence locale, que ce soit sur l'origine des produits ou sur l'implantation des entreprises. Néanmoins, il est possible pour les acheteurs d'exiger des critères d'attribution relatifs aux modes de production (labels), de distribution (transport, livraison en urgence, délais de commandes) ou encore d'engagement social de l'entreprise, pour s'approcher au mieux des réalités des productions locales (CNRC, 2022).

1.3.5 Une offre alimentaire durable en restauration scolaire

Après avoir détaillé les enjeux de chaque dimension entrant dans la définition de l'alimentation durable, la **Figure 1** présente une synthèse des éléments exposés précédemment, permettant de définir ce que pourrait être une offre alimentaire durable en restauration scolaire.



Figure 1 : Une offre alimentaire durable en restauration scolaire

C'est dans ce contexte que mon travail de thèse s'inscrit. Son objectif était (1) d'établir un diagnostic des critères de durabilité de l'alimentation pour la restauration scolaire de Dijon et (2) d'identifier, mettre en œuvre et évaluer des leviers d'action afin d'y promouvoir une alimentation plus durable. Pour ce travail, il était nécessaire de définir les objectifs prioritaires et de co-crée les actions qui en découleraient avec les parties prenantes, tout en assurant leur accompagnement.

1.4 Le projet de recherche-action

1.4.1 La restauration scolaire de la Ville de Dijon

Parmi les 9 900 élèves accueillis dans les écoles primaires de Dijon, 8 400 enfants étaient inscrits à la cantine en 2022, soit 85%. A Dijon, la restauration scolaire est en gestion directe, avec une production de repas en liaison froide assurée par les 49 agents de la cuisine centrale qui produisent environ 8 000 repas par jour (pour les enfants et les adultes des écoles maternelles et primaires). Les familles ont la possibilité d'inscrire leurs enfants à une option sans porc (environ 33% des inscrits en 2021). Le temps du repas est encadré par les agents de service et les animateurs qui assurent également le service à table. Chaque jour, environ 315 agents sont mobilisés sur les restaurants scolaires. Afin de favoriser l'autonomie des enfants et limiter le gaspillage à l'assiette, les barquettes contenant les plats sont déposées sur les tables et les enfants sont invités à se servir seuls.

Comme la restauration scolaire de Dijon se veut accessible au plus grand nombre (y compris aux familles les plus démunies), la tarification des repas est calculée sur la base des ressources mensuelles du foyer en appliquant un taux d'effort (**Tableau 1**).

La facturation moyenne d'un repas pour les familles est de 3,36€, sachant que le coût denrées d'un repas est de 1,92€ pour la collectivité³ (chiffres de 2021).

Tableau 1 : Tarification des repas pour la restauration scolaire de Dijon en 2022

	Ressources mensuelles du foyer entre	DIJONNAIS			NON DIJONNAIS		
		Taux	Plancher tarifaire 2022	Plafond tarifaire 2022	Taux	Plancher tarifaire 2022	Plafond tarifaire 2022
1 enfant à charge*	0€ et 3 000€	0.168%	0.50€	4.31€	0.218%	4.33€	5.58€
	3 000.01€ et 5 299.55€	0.133%	4.31€	5.58€	0.172%	5.58€	7.27€
	5 299.56€ et +	0.106%	5.58€	7.00€	0.137%	7.27€	9.08€

Tarif = ressources mensuelles du foyer x taux d'effort

Source : site internet de la Ville de Dijon – Cantine et inscription

³A cela s'ajoute les coûts de personnel pour la production, la livraison, la distribution et l'accueil périscolaire : soit un coût de revient total de 15€ pour la Ville de Dijon (chiffre de 2019).

En Février 2010, la restauration scolaire de la Ville de Dijon a commencé par intégrer dans son offre un menu « alternatif » mensuel (sans viande ni poisson), avant de passer en 2015 à deux menus alternatifs par mois. En 2017, un menu alternatif était servi chaque semaine, ce qui a permis de respecter l'exigence du repas végétarien hebdomadaire imposé par la loi Climat et résilience (2021). Pour les autres critères entrant dans la loi EGalim, la Ville de Dijon avait atteint les 50% de produits sous signe de qualité dès 2021, avec 33% de produits issus de l'agriculture biologique, au-delà des 20% imposé. Nous avons vu précédemment que les produits locaux n'entraient pas dans la définition de produits de qualité et durables, cependant la Ville de Dijon a fait le choix de les intégrer dans leur mode de calcul. Pour la restauration scolaire de Dijon, un produit est qualifié de « local » s'il est produit et/ou transformé en Bourgogne-Franche-Comté et/ou dans un rayon de moins de 150 km autour de Dijon. Enfin, le gaspillage alimentaire a diminué au cours des trois dernières années dans les restaurants scolaires de la Ville de Dijon. Les différents chiffres sont présentés dans le **Tableau 2** (hors 2020, à cause de la pandémie du Covid 19).

Tableau 2 : Evolution des produits de qualité et du gaspillage alimentaire dans la restauration scolaire de Dijon entre 2019 et 2022

	2019	2021	2022
Produits durables sous signe de qualité	40% ¹	50%	57%
Produits issus de l'agriculture biologique	34%	33%	33%
Produits locaux	4%	15%	17%
Gaspillage alimentaire (par repas et par enfant, pain compris)	99g	88g	81g

¹ Calculé en valeur d'achat

La restauration scolaire de la Ville de Dijon est également engagée dans la qualité de son service. En 2022, elle a reçu le premier niveau du label « Ecocert en cuisine » qui prend en compte les enjeux sociétaux, environnementaux et de santé publique des restaurants collectifs. Les trois niveaux de labellisation sont présentés en **Annexe 5**.

1.4.2 ProDij : mieux manger, mieux produire

Le travail de thèse s'inscrit dans un projet financé par l'instrument « Territoires d'innovation » du Plan d'Investissement d'Avenir 3, porté par Dijon Métropole, qui s'intitule « Dijon Alimentation Durable 2030 », qui fait plus largement partie de la stratégie alimentaire territoriale de cette métropole sous la bannière « ProDij ». Ce projet a reçu des financements de la Caisse des dépôts à partir de 2020, jusqu'en 2027.

A travers les actions de ProDij (**Figure 2**), Dijon Métropole souhaite relever les défis environnementaux, sociaux et économiques de l'alimentation d'aujourd'hui et de demain, dans un contexte de réchauffement climatique, d'évolution des comportements alimentaires et de profonde mutation économique du secteur agroalimentaire. Cette ambition s'inscrit dans la définition de l'alimentation durable de la FAO, détaillée dans le paragraphe 1.3.

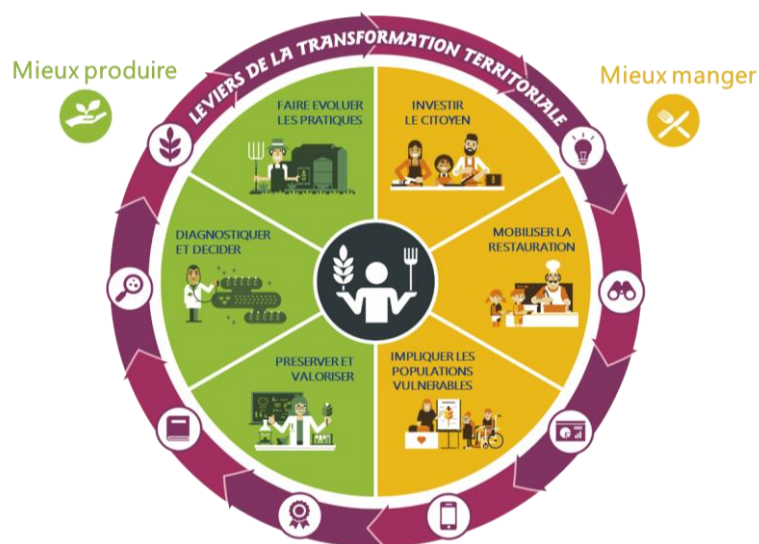


Figure 2 : Actions du projet Territoires d'Innovation « Dijon Alimentation Durable 2030 »

Plus précisément, mon travail de thèse s'inscrit dans l'action 11 nommée « Restauration Hors-Foyer Durable » qui a reçu un financement de Dijon Métropole et du Conseil Régional de Bourgogne Franche-Comté. Cette action, qui intègre entre autres la restauration scolaire de la Ville de Dijon, s'est fixée plusieurs ambitions :

- Augmenter la provenance locale ;
- Diminuer le bilan carbone ;
- Remplacer une part des protéines animales par des protéines végétales, tout en privilégiant la consommation de viande locale de qualité ;
- Intégrer davantage de fruits et légumes, légumineuses et céréales issus de productions locales de qualité.

1.4.3 La co-construction des objectifs de la thèse

Dans le cadre de ce travail de thèse, un comité de pilotage a été constitué et s'est concerté lors de réunions (4 à 5 par an) afin de partager et valider les avancées des travaux. La liste des participants est présentée dans le **Tableau 3**.

Tableau 3 : Participants du comité de pilotage de la thèse

Prénom et Nom	Fonction	Structure
Jean-Michel Grenier Elise Renaud	Directeur.ice de la restauration municipale et de l'alimentation durable	Ville de Dijon
Denis Grall Sylvie Morot	Responsables des restaurants scolaires et des services techniques	
Pauline Mahy Nicolas Naltet	Responsable du secteur péri et extrascolaire Responsable éducatif de quartier	
Stéphane De Lazzer Marjorie Mimouni	Responsable de la cuisine centrale Responsable qualité et diététique	
Olivia Rol	Gestionnaire administrative en charge de la restauration scolaire	
Isabelle Bianchi	Assistante en charge de la diffusion et de la conservation des menus	
Fabrice Chatel	Directeur général délégué de la cohésion sociale puis de la transition climatique (>avril)	
Sophie Nicklaus	Directrice de thèse	CSGA
Lucile Marty	Co-encadrante de thèse	
Justine Dahmani	Doctorante	

Au début de la thèse, le comité de pilotage a co-défini les objectifs suivants :

- Au niveau de l'offre : augmenter la qualité nutritionnelle et la provenance locale, diminuer le bilan carbone des menus, et maintenir un prix et une satisfaction des convives constants.
- Au niveau des enfants : sensibiliser les enfants à l'importance des choix alimentaires plus durables, et proposer un éveil à l'éducation alimentaire au sens large.
- Au niveau du personnel : former le personnel de la cuisine centrale à de nouveaux gestes culinaires, et le personnel de service ainsi que les animateurs à l'évolution de l'offre et à l'acceptation de cette offre par les enfants.

Suite à la première phase de diagnostic visant à évaluer la qualité nutritionnelle et l'empreinte carbone des menus servis par la restauration scolaire de Dijon, les objectifs se sont recentrés autour de l'augmentation de la fréquence des repas végétariens, en lien avec l'ambition politique du nouveau mandat et la réglementation nationale (Loi Climat et Résilience 2021). Cette transition était également en cohérence avec les dernières recommandations du Conseil national de l'alimentation (CNA) qui visent à accompagner et donner les moyens à la restauration collective d'être un levier des transformations des pratiques alimentaires notamment à travers le rééquilibrage de la consommation de produits d'origine animale et végétale, c'est-à-dire en d'autres termes via la réduction de la consommation de viande (CNA, 2022).

1.4.4 Freins, leviers et recommandations à l'introduction de menus végétariens en restauration scolaire

Une étude suisse a montré qu'il était possible de servir sur trois semaines des menus de bonne qualité nutritionnelle, tout en réduisant de 28% les EGES (500 gCo2eq/repas), en diminuant les coûts, sans aucun changement significatif sur la consommation alimentaire moyenne des enfants et le gaspillage à l'assiette (Elinder et al., 2020). Dans cette étude, la quantité de viande de ruminants a été réduite en faveur d'autres produits carnés. Une autre étude a complété ces observations en évaluant les effets de menus développés grâce à une méthode d'optimisation et servis sur quatre semaines dans trois écoles (n = 1635 enfants) avec : -40% d'EGES, -11% du coût et en adéquation avec les recommandations nutritionnelles pour un enfant de 10-12 ans (sachant que le déjeuner apportait en moyenne 30% de l'apport énergétique total, selon les auteurs) (Eustachio Colombo et al., 2020). Les menus servis contenaient -32% de viande, -13% de produits laitiers et +7% de légumes/légumineuses par rapport aux menus de référence. Les résultats ont montré que le gaspillage alimentaire, la consommation et la satisfaction des repas scolaires n'ont pas différé de manière significative par rapport à la situation de départ.

Par la suite, une étude qualitative a mis en évidence les freins et les leviers à l'implémentation de ces nouveaux menus dans les écoles situées en périphéries de Stockholm en Suède (Eustachio Colombo et al., 2021). Neuf groupes de discussion ont été conduits avec les personnels de cuisine et des élèves. Les résultats ont montré que l'introduction de nouveaux repas plus durables nécessiterait davantage de connaissances de la part des élèves et du personnel de cuisine, ainsi qu'une formation sur la préparation de ce type de repas à destination du personnel de cuisine. Les obstacles rencontrés tels que le goût, l'apparence, la reconnaissance des aliments ou encore le manque d'implication des parties prenantes dans le processus de changement pourraient être surmontés en introduisant des nouveaux repas végétariens de manière progressive, tout en accordant plus d'attention à l'assaisonnement, à la dénomination et à la présentation des plats. De plus, les habitudes alimentaires des élèves pouvaient constituer à la fois un obstacle et un facilitateur à l'acceptation d'un plus grand nombre d'aliments d'origine végétale.

Si l'introduction de repas végétariens a été étudiée, validée et mise en place sur du court terme, comment instaurer ce type de menus de façon pérenne ?

Basé sur une sélection de six rapports publiés au cours des trois dernières années, le **Tableau 4** présente les principaux freins et les leviers à l'introduction de repas végétariens en restauration scolaire.

Tableau 4 : Freins et leviers à l'introduction de menus végétariens en restauration scolaire

Freins	Leviers
Inquiétudes : Risques nutritionnels Coûts supplémentaires Augmentation du gaspillage alimentaire	Apporter des réponses aux inquiétudes
Réticence culturelle Place importante de la viande	Réduction des impacts sur l'environnement Accès à tous à la restauration scolaire
Approvisionnements Contraintes techniques (locaux, matériel)	Développement de filières territoriales Aménagements ou création d'outils de transformation
Appréciation des convives Habitudes alimentaires	Adapter les recettes Education au goût
Compétences Conduite au changement	Formation des personnels

Sources : Expérimentation du menu végétarien (CNRC, 2020), Enquête nationale EGAlim : analyse des réponses à l'enquête sur l'expérimentation du menu végétarien (SPQR, 2021), Evaluation de l'expérimentation du menu végétarien hebdomadaire en restauration collective scolaire (CGAAER, 2021), Option végétarienne dans les cantines: la réalité du terrain (Association Végétarienne de France & Greenpeace France, 2021), Freins et leviers pour une restauration collective scolaire plus durable (ADEME et al., 2021), Historique, enjeux et avenir du déploiement des menus végétariens en restauration collective (Greenpeace, 2023).

Les rapports cités précédemment présentent des recommandations quant à l'introduction de repas végétariens en restauration scolaire. Celles-ci sont présentées dans le **Tableau 5**. Dans la mesure du possible l'ensemble de ces éléments (freins, leviers et recommandations) ont été pris en considération dans l'élaboration et la conduite des travaux de thèse.

Tableau 5 : Recommandations pour l'introduction de repas végétariens en restauration scolaire

	Recommandations	Acteur-clef
Achats	Investir dans des produits locaux et de qualité	Gestionnaire
Planification des menus	Augmenter les plats à base de légumes, légumes secs et féculents	Diététicienne
Préparation	Privilégier le fait-maison et les aliments bruts ; Limiter les aliments ultra-transformés ; Préparer des plats savoureux.	Cuisiniers
Consommation	Sensibiliser au goût et à l'alimentation	Animateurs Agents de service
Accompagnement au changement	Former les cuisiniers ; Assurer l'accompagnement pédagogique auprès des élèves, des parents et des personnels ; Travailler sur les éléments de langage ; Sensibiliser les agents aux enjeux de l'alimentation durable.	Responsables de services

1.5 Etat de l'art scientifique, hypothèses et questions de recherche

1.5.1 Qualité nutritionnelle et empreinte carbone des menus

L'augmentation de la fréquence des repas végétariens en restauration scolaire permettrait de réduire les EGES tout en maintenant une bonne qualité nutritionnelle (Elinder et al., 2020). Dans son appui scientifique et technique, l'ANSES indique que les menus servis en restauration scolaire possèdent une bonne couverture des besoins nutritionnels des enfants quels que soient le type de menu (végétariens ou non), ce qui permet de ne pas envisager de fréquence maximale pour les menus végétariens dans les séries de 20 repas tels que définis par le GEMRCN (ANSES, 2021b). De plus, une récente étude française qui a analysé 2 316 plats servis en restauration scolaire en utilisant une méthode d'optimisation de menus fictifs mais composés à partir de recettes réelles, a montré que le meilleur compromis pour réduire l'impact environnemental sans dégrader la qualité nutritionnelle était une fréquence de 12 repas végétariens sur une série de 20 repas successifs (Poinot et al., 2022). Au niveau des plats, ceux qui étaient sans protéines animales présentaient des nutriments présents en faible quantités : calcium, vitamines B2, B12, D, et DHA ; et les plats végétariens contenant du fromage possédaient des teneur élevées en acides gras saturés (Poinot et al., 2020).

Question de recherche : Parmi les menus servis par la restauration scolaire de Dijon, est-ce que les menus végétariens possèdent la même qualité nutritionnelle que les menus à base de viande ou de poisson ? Est-ce que l'empreinte carbone est significativement différente en fonction de la composante protéique du plat principal ?

Hypothèse : Par rapport aux menus à base de viande ou de poisson, les menus végétariens auraient une qualité nutritionnelle similaire et une empreinte carbone significativement plus faible.

1.5.2 Appréciation des plats par les enfants

La planification des menus de la restauration scolaire doit prendre en compte de nombreux aspects : les besoins nutritionnels doivent être satisfaits, l'impact environnemental doit être minimisé, les repas doivent être acceptables pour les élèves et pour les gestionnaires (Eustachio Colombo et al., 2020). Étant donné que l'appréciation est le principal moteur de la prise alimentaire chez l'enfant et que ces derniers ne mangent généralement pas ce qu'ils n'aiment pas (Keller et al., 2022), elle constitue un facteur clé pour prévenir les potentiels effets contre-productifs qu'aurait une faible consommation des plats végétariens servis en restauration scolaire, par exemple : augmentation du gaspillage alimentaire ou couverture insuffisante des besoins nutritionnels des enfants. Or, les enfants ne sont pas toujours familiers avec les repas végétariens proposés en restauration scolaire, en particulier dans

le contexte culturel français où la viande occupe une place centrale dans la composition des repas (Macdiarmid et al., 2016; Melendrez-Ruiz et al., 2019). La familiarité joue pourtant un rôle important dans la formation des préférences des enfants (Nicklaus, 2014). De plus, il a été démontré que les régimes flexitariens (consommation limitée de produits d'origine animale), végétariens (sans viande ni poisson) ou végétalien (ni viande, ni poisson, ni aucun produit d'origine animale) sont plus fréquents chez les personnes ayant une position socio-économique élevée, en particulier un niveau d'éducation supérieur (Allès et al., 2017). Ainsi, les enfants issus de milieux socio-économiques défavorisés pourraient être moins exposés à des repas sans viande au domicile familial, et donc être moins familiers avec les plats végétariens servis au restaurant scolaire qu'ils apprécieraient d'autant moins. Pour toutes ces raisons, et parce qu'il n'existe pas d'évaluation systématique de l'appréciation des plats proposés aux enfants en restauration scolaire, nous avons souhaité mettre en place un dispositif de recueil de ce type d'information pour combler ce manque.

Question de recherche : Parmi l'offre de la restauration scolaire de Dijon, quelle est l'appréciation des enfants pour les différents types de plats (végétariens ou non) ? Est-ce que l'appréciation peut varier d'un restaurant scolaire à l'autre, en fonction de leurs caractéristiques socio-économiques ? Est-ce que les plats végétariens peuvent concilier une bonne qualité nutritionnelle, une faible empreinte carbone et être appréciés des enfants ?

Hypothèse : De manière globale, les enfants apprécient moins les repas végétariens servis en restauration scolaire que les repas à base de viande ou poisson, et l'appréciation peut varier d'un restaurant scolaire à l'autre en fonction du contexte socio-économique.

1.5.3 Caractéristiques et motivations des parents souhaitant augmenter la fréquence des repas végétariens en restauration scolaire

Savoir si les parents souhaitent davantage de repas scolaires végétariens pour leurs enfants est une condition préalable à la mise en œuvre réussie d'une augmentation de leur fréquence (Cullerton et al., 2018; Graça et al., 2022; Meier et al., 2022). Bien que la part des régimes alimentaires flexitariens voire végétariens augmentent régulièrement dans différents pays (Dagevos, 2021) et que de nombreuses personnes considèrent que la réduction de la viande fait partie d'un régime alimentaire sain et durable (de Boer & Aiking, 2022), une large partie de la population n'est pas encore prête à réduire sa consommation de viande (Dagevos, 2021; Verain & Dagevos, 2022). En France, 24% des adultes se déclarent flexitariens et 2,2% se déclarent végétariens (FranceAgriMer, 2021). Pour de nombreuses personnes, la viande constitue toujours un élément essentiel du repas et son éviction peut être considérée comme un choix relevant d'un changement de mode de vie (Cheah et al., 2020).

Ce contexte pose la question de l'acceptabilité par les parents d'une augmentation de la fréquence des repas végétariens dans la restauration scolaire française, où la viande occupe une place centrale dans la composition des repas (GEMRCN, 2011; Melendrez-Ruiz et al., 2019). De plus, certains parents peuvent penser que la viande a une importance nutritionnelle pour l'équilibre alimentaire de leurs enfants, comme cela a été montré dans d'autres pays (Erhardt & Olsen, 2021). Par ailleurs, des différences en termes de caractéristiques socio-démographiques et de motivations de choix alimentaires ont été constatées entre les adultes végétariens et omnivores (Allès et al., 2017; Kim & Cho, 2022). Ainsi, l'acceptabilité des repas végétariens pourrait varier en fonction des caractéristiques socio-démographiques de la famille et des motivations parentales relatives aux choix alimentaires.

Question de recherche : Combien et qui sont les parents qui souhaitent davantage de repas végétariens en restauration scolaire pour leurs enfants ?

Hypothèse : Les familles qui souhaitent et celles qui ne souhaitent pas augmenter la fréquence des repas végétariens dans la restauration scolaire pour leurs enfants présentent des caractéristiques socio-démographiques, des habitudes alimentaires et des motivations de choix alimentaires différentes.

1.5.4 Favoriser l'appréciation des plats végétariens grâce à un programme d'éducation au goût

Les enfants apprécient moins les légumes que les produits d'origine animale ou les céréales (Nicklaus et al., 2007; Poelman et al., 2017), ce qui peut soulever la question de l'appréciation des plats végétariens à base de légumes et légumineuses. Des études antérieures ont évalué différents programmes d'éducation au goût en milieu scolaire basés généralement sur des approches sensorielles (Battjes-Fries et al. 2015; Mustonen et al. 2009; Park & Cho 2016; Poelman et al. 2019; Reverdy et al. 2008). Les résultats de ces études ont notamment montré un effet des interventions sur : l'augmentation des connaissances des enfants (Battjes-Fries et al., 2015; Poelman et al., 2019), le nombre d'aliments goûtés (Battjes-Fries et al., 2015), l'envie de goûter des légumes (Poelman et al., 2019) et de nouveaux aliments (Park & Cho, 2016). Une étude a également montré une augmentation de la capacité des enfants à identifier les goûts et les odeurs ainsi qu'à décrire les aliments (Mustonen et al., 2009). Par ailleurs, des résultats contrastés ont été observés sur la néophobie alimentaire avec soit aucun effet observé (Poelman et al., 2019) soit une diminution de celle-ci (Park & Cho, 2016; Reverdy et al., 2008). En France, l'évaluation des effets d'un programme d'éducation sensorielle à destination d'enfants âgés de 8 à 10 ans (projet EduSens) a montré des effets sur les préférences et les comportements alimentaires des enfants, en influençant principalement la description du ressenti par

les enfants lors d'une dégustation (Schlich et al., 2010). Dans ces études, les programmes d'éducation sensorielle ont été le plus souvent dispensés en classe par un enseignant avec plusieurs ateliers sur l'année scolaire, alors que le temps de la pause méridienne pourrait être un moment opportun à la mise en place d'actions d'éducation à l'alimentation et au goût (Ministère de l'Education Nationale, de la Jeunesse et des Sports, 2020).

Question de recherche : Est-ce qu'un programme d'éducation au goût déployé sur le temps périscolaire, et en particulier sur le temps de la pause méridienne, permettrait d'augmenter l'acceptation par les enfants des légumes et/ou des légumineuses servis au restaurant scolaire ?

Hypothèse : Un tel programme pourrait augmenter l'appréciation par les enfants des plats ciblés par les interventions, leurs connaissances sur les aliments, leur envie de goûter, tout en favorisant une attitude envers l'alimentation basée sur le plaisir et en diminuant la néophobie alimentaire.

Dans le cadre de la thèse, une première étude qualifiée de « diagnostic » visait à évaluer la qualité nutritionnelle et l'empreinte carbone des différents types de menus servis par la restauration scolaire de Dijon (végétariens / non-végétariens). Pour la deuxième étude, des bornes de satisfaction ont été installées dans les 38 restaurants scolaires des écoles élémentaires afin de recueillir l'appréciation des enfants pour les plats servis. La troisième étude s'est construite autour de la réflexion sur la mise en place d'un second repas végétarien optionnel (sur inscription) pour les enfants inscrits à la restauration scolaire de Dijon. Ainsi, nous avons conduit une enquête en collaboration avec la Ville de Dijon auprès des parents afin de recueillir leur souhait pour leurs enfants concernant l'augmentation de l'offre végétarienne en restauration scolaire.

Enfin, pour la quatrième étude, un programme d'éducation au goût a été co-construit avec un groupe de travail composé des différents personnels de la restauration scolaire (cuisine centrale, agents de service et animateurs), l'association Eveil'Ô'Goût et l'équipe de recherche (Lucile Marty et moi-même). Ce programme a ensuite été implémenté dans deux écoles de Dijon, et ses effets sur l'appréciation et le comportement alimentaire des enfants ont été évalués.

Chapitre 2. Matériels et méthodes

Ce chapitre présente l'ensemble des méthodes et outils utilisés dans les différentes études conduites au cours de la thèse. La première partie présente la démarche et la méthode utilisée pour évaluer la qualité nutritionnelle et l'empreinte carbone des menus servis par la restauration scolaire de Dijon. La seconde partie explique la mise en place, la validation des données ainsi que le suivi de terrain des bornes de satisfaction qui ont permis de recueillir l'appréciation des enfants pour les plats principaux servis dans les restaurants scolaires élémentaires de Dijon. La troisième partie détaille les dimensions du questionnaire en ligne qui a été diffusé aux parents dont les enfants sont inscrits à la restauration scolaire de Dijon afin d'examiner l'acceptabilité de l'augmentation de la fréquence de repas végétariens et ses déterminants. Enfin, la dernière partie présente la démarche du programme d'éducation au goût nommé « Chouette Cantine », de sa co-construction à son évaluation en passant par son implémentation dans deux écoles élémentaires de Dijon.

2.1 Qualité nutritionnelle et empreinte carbone des menus

2.1.1 Collecte, mise en forme des données et appariement avec les données nutritionnelles et environnementales

Les menus servis par la restauration scolaire de Dijon sur la période de Janvier à Décembre 2019 ont été utilisés comme base d'analyse. A partir des informations recueillies auprès de la cuisine centrale, trois bases de données ont été créées (**Figure 3**).

La base de données « menus » contenait les 249 menus servis en 2019 correspondant à cinq repas servis par semaine (hors week-end) pendant la période scolaire et les vacances scolaires. Un repas était constitué de 4 ou 5 composantes : une composante protéique, un accompagnement, un produit laitier, une entrée et/ou un dessert, avec une portion de 30 ou 40g de pain.

La base de données « plats » comprenait 434 items : 65 entrées, 129 composantes protéiques, 60 accompagnements, 69 produits laitiers et 71 desserts. Chaque plat avait un nom et un code unique. Tous les plats ont été classés comme végétariens c'est-à-dire sans viande ni poisson ($n = 66$) ou non-végétariens ($n = 183$). De plus, les menus ont été classés en fonction de la composante protéique du plat principal reflétant des différences d'EGES (Masset et al., 2014) du plus émetteur au moins émetteur : bœuf, veau et agneau ($n = 56$) ; porc et volaille ($n = 68$) ; poisson ($n = 55$) ; œufs et/ou fromage ($n = 40$) et végétal ($n = 30$). Chaque plat était composé d'une ou plusieurs recettes (par exemple : sauté de bœuf et sauce marengo, œufs durs et mayonnaise).

La base de données « recettes » comprenait 433 recettes identifiées par un nom et un code unique. La taille des portions de chaque recette (en gramme) a été établie par la cuisine centrale sur la base des recommandations du GEMRCN pour les enfants des écoles primaires. Tous les aliments avaient une portion comestible égale à 1, à l'exception du melon (0,7), de la banane (0,8), de la clémentine (0,7), de la mandarine (0,7), de l'orange (0,8) et de la cuisse de poulet (0,8) pour tenir compte des parties non-consommées de ces aliments (peau, os) (Bellemans & De Mayer, 2005).

Chaque item présent dans la base de données « recettes » a été apparié avec : un item de la base de données CALNUT de l'ANSES (2020) via le code CIQUAL pour obtenir les valeurs nutritionnelles complètes, et un item de la base de données AGRIBALYSE v3.0 de l'ADEME (2020) pour obtenir l'empreinte environnementale (**Figure 3**). Ce calcul basé sur l'analyse du cycle de vie (ACV) comprend les contributions liées aux étapes de production, transport et emballage des aliments. Quatre niveaux de confiance d'appariement ont été définis selon les critères présentés en **Annexe 6**.

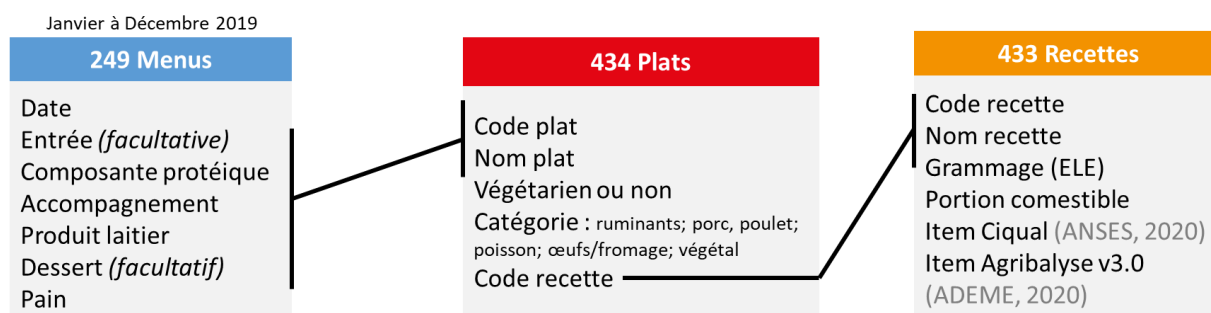


Figure 3 : Construction des bases de données (menus, plats et recettes)

2.1.2 Calculs des indicateurs

Parmi les indicateurs permettant d'évaluer la qualité nutritionnelle d'un repas, et suite aux conclusions d'une précédente étude, nous avons considéré que le Nutri-score et le SAIN/LIM n'étaient pas assez exhaustifs pour déterminer l'adéquation nutritionnelle des plats car ils ne couvraient pas tous les nutriments dit « protecteurs » (Poinot et al., 2020).

Ainsi, nous avons choisi de calculer les indicateurs suivants à l'échelle d'un menu :

- Le Mean Adequacy Ratio (**MAR**) qui permet d'estimer la couverture des besoins journaliers pour 23 nutriments : protéines, fibres, vitamines B1, B2, B3, B6, B9, B12, C, D, E, A, calcium, potassium, fer, magnésium, zinc, iode, cuivre, sélénium, acide linoléique, acide alpha-linolénique (ALA), acide docosahexaénoïque (DHA).

$$MAR = \frac{1}{23} \times \sum_{n=1}^{23} \frac{teneur_n}{reco_n} \times 100$$

- Le Mean Excess Ratio (**MER**) qui permet d'évaluer le non-dépassement des valeurs maximales recommandées en sel, acides gras saturés (AGS) et sucres ajoutés.

$$MER = \left[\frac{1}{3} \times \left(\sum_{n=1}^3 \frac{teneur_n}{VMR_n} \times 100 \right) \right] - 100$$

- Le MAR ramené à 2 000 kcal (**MAR/2 000 kcal**) et le MER ramené à 2 000 kcal (**MER/2 000 kcal**) en considérant le repas comme unique source d'énergie de la journée.

$$MAR/2\ 000\ kcal = \frac{1}{23} \times \sum_{n=1}^{23} \frac{\frac{teneur_n}{nrj} \times 2000}{AR_n} \times 100$$

$$MER/2\ 000\ kcal = \left[\frac{1}{3} \times \left(\sum_{n=1}^3 \frac{\frac{teneur_n}{nrj} \times 2000}{VMR_n} \times 100 \right) \right] - 100$$

- Le pourcentage de couverture des besoins recommandés pour chacun des 26 nutriments :
 - 23 à favoriser (protéines, fibres, vitamines B1, B2, B3, B6, B9, B12, C, D, E, A, calcium, potassium, fer, magnésium, zinc, iode, cuivre, sélénium, acide linoléique, ALA, DHA) ;
 - 3 à limiter (sel, AGS et sucres ajoutés).

Ces pourcentages ont été ramenés à 2 000 kcal pour pouvoir les comparer au seuil de 100%, indiquant que les besoins journaliers étaient couverts.

Les besoins journaliers pour les 23 nutriments à favoriser ont été obtenus en pondérant les apports nutritionnels conseillés selon les effectifs des classes d'âge à l'école élémentaire (4-13 ans) selon la méthode proposée dans deux précédentes études visant à évaluer la qualité nutritionnelle des repas servis en restauration scolaire (Poinot et al., 2022; Vieux et al., 2018). Les références d'origine utilisées étaient : Martin (2011) pour les vitamines et minéraux ; ANSES (2015) pour le potassium et ANSES (2011) pour les acides gras, De courcy et al., (2003) pour l'énergie et les protéines. La pondération selon les effectifs des classes d'âge à l'école élémentaire a été effectuée sur la base des statistiques de l'éducation nationale (2014). Les valeurs et les références utilisées sont disponibles en **Annexe 7**.

Les valeurs maximales recommandées (VMR) pour une journée et pour les 3 nutriments à limiter sont basées sur les recommandations de l'ANSES pour les enfants âgés de 4 à 12 ans. Les valeurs et les références utilisées sont disponibles en **Annexe 7**.

Parmi les 16 indicateurs présents dans la base AGRIBALYSE pour évaluer l'empreinte environnementale, nous avons choisi de calculer les émissions de gaz à effet de serre à l'échelle d'un menu (catégorie changement climatique). En plus d'être robuste, cet indicateur est celui qui est le plus couramment utilisé et permet donc de comparer les résultats à ceux d'autres études (Röös et al. 2013; Ridoutt et al. 2017). Le calcul était basé sur les portions (grammages) théoriques des aliments fournis par la cuisine centrale pour les enfants en classe élémentaire (du CP au CM2), en faisant l'hypothèse que les enfants consommaient la portion entière. L'empreinte carbone a été calculée pour chaque plat puis additionnée pour chaque menu pour l'ensemble des composantes.

$$EGES_{aliment} (kgCO_2eq) = portion (g) \times \frac{EGES_{Agribalyse} (kgCO_2eq/kg)}{1000 (g)}$$

2.1.3 Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été effectuées en prenant comme unité d'analyse les menus. Les corrélations entre le poids moyen d'un menu⁴, l'apport énergétique, les EGES, le MAR/2 000 kcal et le MER/2 000 kcal ont été estimées à l'aide des coefficients de corrélation de Pearson.

Pour comparer les repas végétariens et les repas non-végétariens, des tests de Student ont été calculés pour le poids, l'apport énergétique, les EGES, le MAR/2 000 kcal, le MER/2 000 kcal et les teneurs en chacun des 26 nutriments listés précédemment. Pour chaque nutriment et chaque type de menu, nous avons également comparé le pourcentage d'apport nutritionnel conseillé ou valeur maximale recommandée pour 2 000 kcal d'un menu à la valeur de référence (100%) à l'aide d'un test de Student.

Ensuite, nous avons conduit des analyses de variance (ANOVA) pour comparer les variables de résultats (poids, apport énergétique, EGES, MAR/2 000 kcal, MER/2 000 kcal et teneur en nutriments) entre les cinq catégories de menus définies par le type de la composante protéique du plat principal : ruminants (bœuf, veau et agneau) ; porc et volaille ; poisson ; œufs et/ou fromage ; et végétal. Puis, des comparaisons post-hoc ont été réalisées deux à deux.

Ces analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel SAS version 9.4. Le seuil de significativité a été fixé à 5% pour toutes les analyses et la correction de Bonferroni a été utilisée pour contrôler les tests multiples sur les 26 nutriments (c'est-à-dire $0,05/26 = 0,002$).

⁴ Le poids moyen d'un menu correspond à sa masse totale, soit l'addition de toutes ses composantes (en g).

2.1.4 Analyses supplémentaires

2.1.4.1 Evolution des menus servis entre 2019 et 2023

Afin d'évaluer si nos résultats pouvaient être généralisés, les analyses présentées précédemment ont été reproduites avec les menus servis sur l'année scolaire 2021-2022 (n = 203) à partir d'une nouvelle base de données comprenant l'ensemble des plats (n = 587) présents dans le logiciel métier Datameal utilisé par la cuisine centrale pour la commande des denrées et la préparation des repas.

Suite à la mise en place du deuxième menu végétarien hebdomadaire optionnel, la qualité nutritionnelle et l'empreinte carbone des menus servis de Janvier à Juin 2023 (n = 123) ont été analysés en comparant un cycle semestriel avec un menu végétarien hebdomadaire et un cycle avec deux menus végétariens hebdomadaires.

2.1.4.2 Analyses des menus végétariens et non-végétariens, à 4 ou 5 composantes

Enfin, nous avons souhaité comparer la qualité nutritionnelle et l'empreinte carbone en fonction du nombre de composantes (4 ou 5). En effet, le service de menus à 4 composantes peut être conçu comme une démarche vers la diminution du gaspillage alimentaire (un autre levier pour tendre vers une restauration scolaire plus durable). A Dijon, les menus à 4 composantes sont servis à une fréquence comprise entre 5 et 10 fois par mois. Ces menus proposent toujours un féculent ou une légumineuse en plat principal, dont la portion est de +20g par rapport aux grammages appliqués dans les menus à 5 composantes. Pour cette analyse, les trois bases de données avec les menus de 2019, 2021-2022 et 2023 (n = 698) ont été fusionnées et analysées selon quatre catégories : les menus végétariens à 4 composantes (n = 42), les menus végétariens à 5 composantes (n = 159), les menus non-végétariens à 4 composantes (n = 121) et les menus non-végétariens à 5 composantes (n = 376).

2.2 Appréciation des plats principaux par les enfants

En Juin 2021, des bornes de satisfaction (Ombea®) ont été installées dans les 38 restaurants scolaires élémentaires de Dijon pour une durée de trois ans (jusqu'à Juin 2024). Ces bornes avaient pour objectif de permettre aux enfants de donner leur avis sur le plat principal servi par la restauration scolaire. Avant sa mise en place, la borne a été présentée aux enfants et aux équipes encadrantes. De plus, nous nous sommes assurées de valider leur utilisation, c'est-à-dire : (1) vérifier la compréhension de l'échelle d'appréciation, (2) vérifier que les enfants votaient de manière personnelle, et (3) valider la cohérence ainsi que la fiabilité de leurs réponses.

2.2.1 Présentation de la borne

Une borne est constituée d'un support mural, d'une question et d'un boîtier sur lequel est représentée une échelle d'appréciation en 5 points (**Figure 4**).

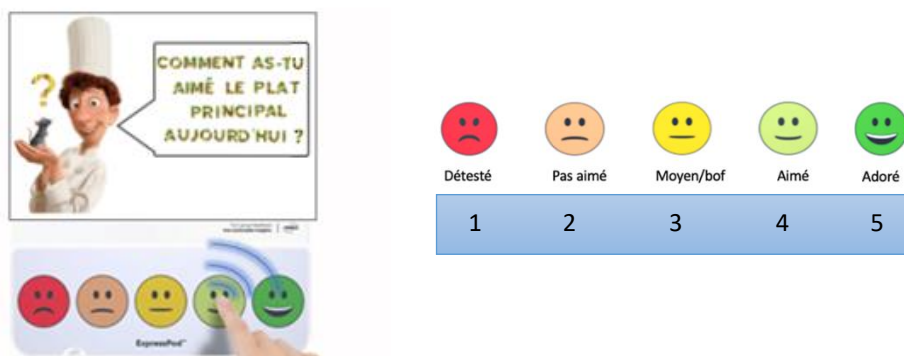


Figure 4 : Borne sans contact, échelle d'appréciation et notes associées

Entre Avril et Juin 2021, une visite a été réalisée dans chacun des 38 restaurants scolaires sur le temps de la pause méridienne pour présenter les objectifs du projet de recherche et le fonctionnement de la borne, ainsi que recueillir le ressenti des enfants et des personnels encadrants. Les bornes étaient installées dans une salle du restaurant scolaire ou dans le couloir (à la sortie d'une ou plusieurs salles). Elles étaient fonctionnelles de 12h à 14h, et lorsqu'un vote était pris en compte, une lumière verte apparaissait ainsi qu'un signal sonore.

2.2.2 Validation de l'échelle d'appréciation

Un test a été mis en place pour valider l'utilisation de l'échelle d'appréciation de la borne par les enfants. Celui-ci avait trois objectifs :

1. Valider la compréhension des items de l'échelle d'appréciation (c'est-à-dire vérifier que les enfants comprenaient et utilisaient chaque smiley de l'échelle correctement) ;
2. Valider l'expression d'une appréciation personnelle (c'est-à-dire propre à chaque enfant, sans être influencée par celle de ses camarades) ;
3. Valider la cohérence avec les préférences (c'est-à-dire plus un plat est apprécié, plus l'enfant attribue une note élevée).

Pour ce test, un livret papier a été créé (extraits disponibles en **Annexe 8**). Il a servi d'outil permettant de valider l'utilisation de l'échelle d'appréciation par les enfants ainsi que la cohérence de leurs réponses. Le test s'est déroulé en Juin 2021 dans 8 écoles primaires de la Ville de Dijon avec des groupes de 12 à 20 enfants, soit un total de 123 participants.

Des études précédentes ont déjà mis en place des expériences permettant d'évaluer la compréhension d'une échelle d'appréciation par les enfants (Carraway-Stage et al., 2014; Donadini et al., 2021; Kildegaard et al., 2011; Tauriello et al., 2021). L'une d'entre elles avait utilisé une histoire qui portait sur les aliments, avec un personnage fictif connu des enfants. Après la lecture de l'histoire, les chercheurs avaient demandé aux enfants de faire correspondre le niveau de satisfaction du personnage à l'échelle d'appréciation (Carraway-Stage et al., 2014). Cette méthode a été utilisée comme modèle pour valider la compréhension de l'échelle de la borne de satisfaction par les enfants pour cinq aliments. Pour valider l'expression de l'appréciation personnelle, les réponses des enfants ont été comparées aux réponses du personnage fictif pour les cinq mêmes aliments. Enfin, l'appréciation des enfants a été demandée pour quatre plats servis à la cantine à l'aide de l'échelle en 5 points, ainsi que de choisir leur aliment préféré pour deux paires de ces quatre plats. La différence d'appréciation entre les plats de chaque paire a ensuite été comparée à l'expression des préférences en considérant qu'une réponse était cohérente lorsque l'enfant avait donné une appréciation plus élevée pour le plat qu'il préférerait au sein de chaque paire.

Avec 92% de bonnes réponses obtenu après la lecture de l'histoire, la compréhension des items de l'échelle d'appréciation par les enfants a été validée. L'expression de l'appréciation personnelle a également été validée puisque 80% des réponses étaient différentes de celles du personnage principal contre 20% de réponses identiques (soit la probabilité au hasard de répondre la même chose que le personnage principal, une chance sur cinq). Enfin, la cohérence avec les préférences a été validée avec 87% de réponses cohérentes pour la première paire de plats et 90% des réponses cohérentes pour la deuxième.

2.2.3 Validation du dispositif des bornes de satisfaction

Afin de valider la fiabilité des résultats concernant l'appréciation des enfants pour le plat principal, une évaluation test-retest a été effectuée sur la base de mesures réalisées au cours de quatre jours différents dans quatre restaurants scolaires, auprès de 244 enfants. Pendant le repas, l'appréciation du plat principal a été demandée aux enfants par des chercheurs de notre équipe. L'appréciation des enfants a été relevée à l'aide d'une feuille plastifiée qui représentait à l'identique l'échelle de la borne. Après le repas, les enfants ont voté à la borne, en autonomie. Les notes moyennes d'appréciation ont été calculées pour chaque restaurant scolaire et pour chaque jour sur la base du relevé papier pendant le repas et du relevé à la borne après le repas (note de 1 à 5) puis comparées. Les tests de Student ont permis de conclure qu'il n'y avait pas de différence significative entre les notes moyennes obtenues par les deux méthodes de collecte. Les appréciations des enfants relevées à la

bornes étaient donc fiables puisque la moyenne d'appréciation relevée à la borne après le repas n'était pas significativement différente de la moyenne de l'appréciation relevée sur papier pendant le repas.

Tous ces tests ont validé l'utilisation correcte des bornes par les enfants, ce qui a conduit au lancement d'une semaine de pré-test dans l'ensemble des restaurants scolaires de Dijon pour évaluer la faisabilité d'une collecte de données sur une durée plus longue.

2.2.4 Semaine test et retours du terrain

Une semaine de pré-test a été organisée en Juin 2021 dans le but d'estimer le taux de votes et d'obtenir un retour d'informations sur l'utilisation des bornes en situation réelle pour lancer une utilisation « en routine » à la rentrée scolaire de Septembre 2021. Au cours de cette semaine de pré-test, les équipes d'animation ont été invitées à organiser le vote des enfants après chaque repas et à remplir un questionnaire d'auto-évaluation en ligne permettant de recueillir des informations sur les caractéristiques des restaurants scolaires, le déroulement de la semaine de vote, l'emplacement de la borne, et l'appropriation de la borne par les équipes.

Le lundi, 2 922 votes ont été enregistrés, 1 602 le mardi (grève), 246 le mercredi (écoles fermées l'après-midi), 2 664 le jeudi et 2 659 le vendredi. Sur le long terme, nous avons anticipé un taux d'attrition de 50% avec environ 1 300 votes par jour (sauf le mercredi). Ce résultat a été jugé satisfaisant pour être représentatif de l'appréciation des plats par les enfants fréquentant la restauration scolaire de Dijon (environ 4 300 enfants sur restaurants scolaires élémentaires).

Sur les 38 restaurants scolaires ayant participé au prétest, 25 ont répondu au questionnaire d'auto-évaluation. Quelques problèmes ont été signalés, principalement dus à l'emplacement de la borne (6 restaurants scolaires concernés) qui a pu ensuite être déplacée sur certains sites. Les responsables des équipes d'animation ont déclaré que globalement tous les enfants avaient compris la question et utilisaient l'échelle correctement. Parmi les responsables des équipes d'animation, 92% ont répondu que leur équipe avait pu s'impliquer autant que nécessaire pour garantir le bon déroulement du vote par les enfants. Enfin, des équipes ont demandé de mettre à disposition d'un guide d'utilisation des bornes à destination des animateurs. Ce guide a été créé par notre équipe de recherche afin de transmettre quelques éléments essentiels concernant le projet de recherche-action, l'utilisation de la borne, la description d'une semaine de vote, des idées d'animations autour de la borne. Sur la base de premiers retours, des modifications ont été apportées sur le format et le contenu afin de le diffuser aux équipes pour le lancement officiel des votes dès la rentrée scolaire.

2.2.5 Collecte des données

La collecte des données a été lancée comme prévu en Septembre 2021. Les équipes travaillant sur les restaurant scolaires ont été informées que les enfants étaient invités (s'ils le souhaitaient) à donner leur appréciation sur le plat principal tous les jours après le déjeuner en utilisant la borne. Un flyer à destination des équipes a été envoyé par mail et imprimé pour être conservé dans chaque restaurant scolaire (voir **Annexe 9**). Les éléments du flyer portaient sur : la signification de chaque smiley affiché sur l'échelle, l'organisation du vote quotidien, la possibilité pour tous les enfants de voter s'ils le souhaitaient, le fait que chaque enfant ne devait voter qu'une seule fois, la nécessité de veiller à ce que les enfants comprennent que la question porte sur le plat principal uniquement, et la nécessité de limiter les interactions entre les enfants pendant le vote. Les équipes d'animation étaient libres d'organiser le moment du vote à leur convenance. Elles étaient encouragées à privilégier la qualité des données plutôt que la quantité. Les données étaient automatiquement enregistrées et disponibles sur un tableau de bord (accès sur le site internet du prestataire Ombea®) ainsi que sur le portail de Dijon Métropole via la mise en place d'une interface de programmation.

Tous les trois mois environ, l'équipe de recherche a partagé un rapport sur l'utilisation des bornes avec les responsables des équipes d'animation (exemples en **Annexe 10**), ainsi qu'un rapport visuel (sous forme de diagrammes) sur l'appréciation des plats avec les équipes de la cuisine centrale. Des réunions ont été organisées avec le service d'animation de la Ville de Dijon pour trouver des solutions dans les restaurants scolaires où le taux de réponse était faible. À la fin de l'année scolaire (Juin 2022), un retour d'information personnalisé a été fourni à chaque restaurant scolaire par mail comportant notamment les plats principaux les plus et les moins appréciés par les enfants.

2.2.6 Visites de terrain

Afin de contrôler la qualité des données, l'équipe de recherche a organisé des visites dans les restaurants scolaires pour vérifier l'utilisation des bornes. Sur la base d'une observation quotidienne des taux de votes par site, les visites ont été programmées à un rythme d'un à deux restaurant scolaires par semaine et en priorité ceux pour lesquels le taux de vote était particulièrement faible ou en baisse soudaine. L'organisation de la visite s'effectuait par l'envoi d'un mail en amont aux équipes (animation et technique). Les visites avaient lieu à l'heure du déjeuner. Une assistante de recherche était présente au premier service puis au moment du vote, à la fin du déjeuner, afin d'échanger avec les enfants et le personnel. Après chaque visite, un compte-rendu était rédigé sous forme de tableau de bord.

2.2.7 Analyses statistiques

Sur la période de Septembre 2021 à Juin 2022, les notes moyennes d'appréciation ont été analysées pour différentes catégories de plats et mises en lien avec d'autres indicateurs comme la qualité nutritionnelle, l'empreinte carbone, le prix d'un repas payé par les familles (moyenne par restaurant scolaire) et les restes alimentaires permettant d'évaluer le gaspillage. Une note moyenne d'appréciation a été calculée pour chaque plat et pour chaque restaurant scolaire. Les données n'ont pas été enregistrées pendant les vacances scolaires et les mercredis car le taux de fréquentation était particulièrement faible, ni pendant les jours de grève ($n = 7$). Les données ont été exclues des analyses pour les restaurants scolaires dont le taux de réponse était $<0,1$ ou >1 pour un jour donné, calculé selon le ratio : nombre de votes/nombre de repas servis. En effet, d'après nos observations sur le terrain, cela pouvait témoigner d'une perturbation dans la collecte des données pouvant conduire à des données de mauvaise qualité.

Pour comparer l'appréciation des enfants pour les repas végétariens et non-végétariens, nous avons réalisé un modèle linéaire mixte généralisé testant l'effet du type de plat principal (végétarien ou non) sur le score d'appréciation, ajusté en fonction de la catégorie de l'accompagnement. Cet ajustement visait à contrôler et éliminer tout effet potentiel de l'accompagnement sur l'appréciation et de conserver notre analyse en fonction de la composante protéique, utilisée précédemment pour évaluer la qualité nutritionnelle et l'empreinte carbone des différentes catégories de menus.

Nous avons également réalisé un modèle linéaire mixte généralisé testant l'effet de la catégorie de la composante protéique d'une part et de la catégorie de l'accompagnement d'autre part sur le score d'appréciation. Un effet aléatoire du restaurant scolaire a été inclus dans tous les modèles pour tenir compte de la corrélation entre les mesures répétées au sein d'un même restaurant scolaire.

Nous avons ensuite examiné si les préférences des enfants pour les repas végétariens et non-végétariens différaient en fonction du contexte socio-économique des restaurants scolaires. Sur la base des données disponibles pour l'ensemble des parents sur l'année 2021, nous avons calculé le prix moyen du repas payé par les familles pour chaque restaurant scolaire (du fait de la tarification sociale, cet indicateur reflète directement le niveau de revenus des parents). Nous avons ensuite réalisé deux modèles linéaires mixtes généralisés : le premier testant l'effet du type de plat principal, du prix moyen du repas et de l'interaction entre le type de plat principal et le prix moyen du repas sur le score d'appréciation ajusté pour la catégorie d'accompagnement ; le second testant l'effet de la catégorie de la composante protéique, de la catégorie de l'accompagnement, du prix moyen du repas et des interactions entre la catégorie de la composante protéique et le prix moyen du repas et entre la catégorie de l'accompagnement et le prix moyen du repas sur le score d'appréciation.

Un effet aléatoire du restaurant scolaire a été inclus dans tous les modèles pour tenir compte de la corrélation entre les mesures répétées au sein d'un même restaurant scolaire. Des comparaisons de moyennes ajustées post-hoc ont été effectuées pour les effets fixes.

Nous avons également analysé la relation entre l'appréciation moyenne, la qualité nutritionnelle et l'empreinte carbone des plats principaux à l'aide d'analyses de corrélations et de graphiques. Pour ces analyses, la qualité nutritionnelle a été évaluée grâce au score nutritionnel de la Food Standard Agency (FSA), servant de base de calcul au Nutri-Score. Ce score est basé sur la teneur en nutriments pour 100 g et varie de -15 (le plus sain) à +40 (le moins sain), avec des points positifs attribués pour la teneur en : énergie, sucre total, acides gras saturés et sodium, et des points négatifs pour la teneur en : fruits, légumes, noix, fibres et protéines. La qualité nutritionnelle du plat principal a été calculée comme la moyenne du score FSA de la composante protéique et de l'accompagnement. Les EGES des plats ont été calculées en suivant la méthode présentée dans le paragraphe 2.1.2. L'empreinte carbone du plat principal a été calculée en additionnant les EGES de la composante protéique et de l'accompagnement.

Enfin, nous avons étudié la relation entre l'appréciation moyenne et le gaspillage alimentaire. Pour cela, nous avons utilisé des données collectées par les agents de service dans les restaurants scolaires de la Ville de Dijon entre le 5 et le 25 Mai 2022. Les données qui nous ont été transmises étaient : les restes à l'assiette pour chaque composante du repas (dont le plat principal : composante protéique et accompagnement), les restes de production, le nombre de repas livrés et le nombre de repas servis pour chaque jour de la période concernée. Le gaspillage alimentaire a été calculé en additionnant les restes à l'assiette et les restes de production. Par la suite, nous avons exclu des analyses les données suivantes : jour de grève, repas froid, mercredi, données manquantes pour la composante protéique ou l'accompagnement. Après avoir fusionné les données « gaspillage » et les données « appréciation » sur la période concernée, nous avons obtenu 272 observations pour 30 restaurants scolaires et pour 12 plats (dont la liste est disponible en **Annexe 11**). La relation entre l'appréciation moyenne et le gaspillage alimentaire (en grammes) a été étudié à l'aide d'une régression linéaire.

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide de la version 9.4 de SAS. Le niveau de significativité a été fixé à 5% pour les effets fixes et à 0,5% pour les comparaisons post-hoc afin de tenir compte des tests multiples.

2.3 Augmenter la fréquence des repas végétariens : enquête auprès des parents

2.3.1 Questionnaire en ligne

Au cours de l'année 2022, la Ville de Dijon avait pour projet de proposer un deuxième menu végétarien hebdomadaire pour les familles qui le souhaitent à partir de Janvier 2023. Avant la mise en œuvre de cette mesure, le service de la restauration scolaire souhaitait quantifier la proportion de parents désirant inscrire leurs enfants pour un deuxième repas végétarien hebdomadaire et/ou un repas végétarien quotidien afin d'estimer sa popularité et anticiper la production. L'objectif de recherche était de comparer les caractéristiques des familles souhaitant et ne souhaitant pas augmenter la fréquence des repas végétariens pour leur(s) enfant(s) en termes de : caractéristiques socio-démographiques, régime alimentaire et motivations en matière de choix alimentaires. Pour répondre à ce double objectif, un questionnaire en ligne a été construit en trois parties (**Annexe 12**) :

- Partie 1 : caractéristiques socio-démographiques de chaque enfant inscrit à la restauration scolaire,
- Partie 2 : caractéristiques socio-démographiques de la famille,
- Partie 3 (optionnelle) : régime alimentaire de la famille, motivations des parents en matière de choix alimentaires.

Tous les parents dont le ou les enfants étaient inscrits à la restauration scolaire de la Ville de Dijon ont reçu le lien du questionnaire par SMS (n = 6 789 numéros de téléphone). Les parents éligibles devaient être âgés de plus de 18 ans et avoir au moins un enfant inscrit à la restauration scolaire de Dijon (école maternelle ou élémentaire). Ils étaient libres de participer et devaient donner leur consentement pour la collecte des données. Les participants ont été informés qu'une seule réponse par enfant était requise (c'est-à-dire qu'un seul parent d'un même enfant pouvait répondre). Le questionnaire en ligne prenait environ cinq minutes à remplir. La collecte des données s'est déroulée sur un mois (du 1er au 31 octobre 2022) et trois rappels par SMS ont été envoyés aux parents au cours de cette période. Le Comité d'éthique de la recherche de l'Université de Bourgogne-Franche-Comté a rendu un avis positif pour cette étude (CERUBFC-2022-06-02-022), et le Délégué à la protection des données du CNRS s'est assuré de la conformité de la procédure de collecte et de traitement des données avec le règlement général sur la protection des données (numéro d'enregistrement 2-22197). Le protocole de l'étude et le plan d'analyse a été pré-enregistré sur la plateforme OSF avant la collecte des données (<https://osf.io/x76dt>).

2.3.2 Description des variables

Tout d'abord, nous avons recueilli les informations suivantes pour chaque enfant : volonté de choisir un deuxième menu végétarien hebdomadaire (oui, non, je ne sais pas), volonté de choisir un menu végétarien tous les jours (oui, non, je ne sais pas), niveau scolaire (classe), genre, fréquentation de la restauration scolaire (≤ 1 à 5 fois par semaine), et choix actuel du repas (classique ou sans porc). Les parents ayant plusieurs enfants inscrits à la restauration scolaire ont répondu à ces questions pour chacun de leurs enfants.

Deuxièmement, nous avons recueilli des informations socio-démographiques au niveau de la famille : âge et genre du parent répondant, situation familiale (célibataire ou en couple), nombre d'enfants à charge, niveau d'éducation (diplôme) et catégorie socio-professionnelle (pour les deux parents). Pour les analyses, le niveau d'éducation a été classé en trois catégories : faible (<BAC), moyen (entre BAC et BAC+2) et élevé (>BAC+2). Le niveau de la catégorie socio-professionnelle (CSP) a également été classé en trois catégories : faible (sans emploi, étudiant, retraité), moyen (employé, ouvrier, technicien) et élevé (cadre, direction supérieure). Pour le niveau d'éducation et la CSP, la catégorie la plus élevée parmi les deux parents a été utilisée comme la variable d'analyse.

Troisièmement, nous avons recueilli le régime alimentaire des adultes et des enfants de chaque famille (omnivore, flexitarien, pesco-végétarien, lacto-ovo-végétarien ou végétalien) et les motivations de choix alimentaires au sein du foyer. Nous avons utilisé une version adaptée du Single-Item Food Choice Questionnaire (Onwezen et al., 2019) avec des traductions d'items dérivées de précédentes adaptations en français (Cottet et al., 2017; Marty et al., 2021). La version que nous avons utilisée comprenait 10 items, chaque item évaluant respectivement l'importance des motivations pour le choix des aliments : bons pour la santé, réconfortants, faciles à préparer, bons à manger (goût, texture), naturels, pas chers, familiers ou habituels respectueux de l'environnement, respectueux du bien-être animal, issus du commerce équitable. Le degré d'importance a été évalué à l'aide d'une échelle en 7 points allant de 1 : « pas du tout important » à 7 : « très important ».

2.3.3 Analyses statistiques

La première variable de résultats que nous avons analysée décrivait la volonté des parents de choisir un deuxième repas végétarien hebdomadaire pour chaque enfant (1 : oui, 0 : non ou je ne sais pas). La seconde variable de résultats que nous avons analysée décrivait trois niveaux de volonté des parents sur l'augmentation de la fréquence des repas végétariens, à savoir :

- « Oui » pour un repas végétarien quotidien (niveau 1) ;

- « Non » ou « je ne sais pas » pour un repas végétarien quotidien et « oui » pour un deuxième repas végétarien hebdomadaire (niveau 2) ;
- « Non » ou « je ne sais pas » pour un repas végétarien quotidien et pour un deuxième repas végétarien hebdomadaire (niveau 3).

Afin d'examiner les caractéristiques des enfants et de la famille associées à la volonté d'opter pour un deuxième repas végétarien hebdomadaire, nous avons réalisé trois modèles linéaires généralisés avec une distribution binomiale et un lien logit sur la première variable de résultats :

- Modèle 1 : les caractéristiques socio-démographiques des enfants et des parents comme variables indépendantes : âge, genre et situation familiale du parent répondant, niveau d'éducation le plus élevé des deux parents, niveau scolaire et genre de l'enfant, fréquentation de la restauration scolaire, type de repas actuel (classique ou sans porc).
- Modèle 2 : le régime alimentaire des parents comme variables indépendantes et les caractéristiques socio-démographiques des enfants et des parents comme variables de contrôle.
- Modèle 3 : les 10 scores de motivations de choix alimentaires comme variables indépendantes et les caractéristiques socio-démographiques des enfants et des parents comme variables de contrôle.

Dans tous ces modèles, nous avons testé la probabilité de choisir un deuxième repas végétarien hebdomadaire par rapport à la réponse « non/je ne sais pas » et nous avons calculé les rapports de côtes correspondants (odds ratio).

Dans les analyses secondaires, nous avons cherché à comprendre les différences entre les familles ayant des niveaux contrastés de volonté d'augmenter la fréquence des repas végétariens : un deuxième repas végétarien hebdomadaire, un repas végétarien quotidien, ou aucune augmentation. Nous avons reproduit les trois modèles ci-dessus sur la seconde variable de résultats avec une distribution multinomiale et un lien logit. Pour tous ces modèles, la réponse « non/je ne sais pas » pour le choix d'un repas végétarien quotidien et pour un deuxième repas végétarien hebdomadaire a servi de référence. Nous avons testé les comparaisons suivantes : « oui » pour un repas végétarien quotidien (niveau 1) par rapport au niveau 3, et « oui » pour seulement un deuxième repas végétarien hebdomadaire (niveau 2) par rapport au niveau 3, et nous avons calculé les rapports de cotes.

Pour les modèles décrits ci-dessus, nous avons examiné si l'inclusion d'un effet aléatoire de la famille améliorait l'adéquation du modèle. Comme l'ajustement des modèles n'était pas systématiquement amélioré et que les résultats étaient inchangés, nous avons choisi d'enlever l'effet aléatoire de la famille pour simplifier le modèle. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide de la version 9.4 de SAS, et niveau de significativité a été fixé à 5%.

2.4 Co-construction, implémentation et évaluation du programme

« Chouette Cantine »

Un des objectifs de la thèse était d’accompagner la transition alimentaire dans la restauration scolaire en favorisant l’acceptabilité de repas plus durables chez les enfants (notamment des plats à base de légumes et légumineuses) en s’appuyant sur l’éducation au goût. L’objectif de cette étude était d’évaluer les effets d’un programme court d’éducation au goût nommé « Chouette Cantine » déployé sur le temps périscolaire, sur l’acceptation par les enfants de deux aliments-cibles : un légume et une légumineuse. Deux écoles primaires (Dijon) ont été choisies comme pilotes pour tester ce programme.

2.4.1 Co-construction

Lucile Marty (CSGA), Aude Gaignaire (Eveil’O’Goût) et moi-même, avons mené des ateliers pour co-construire le programme « Chouette Cantine » avec les membres du personnel de la Ville de Dijon impliqués dans la restauration scolaire (équipes de la cuisine centrale, équipes techniques et équipes éducatives). L’objectif de ces ateliers était d’identifier les besoins, les attentes et les contraintes des différents personnels, et de bénéficier de leur expérience de terrain pour co-construire un programme visant à favoriser la consommation de recettes végétariennes (nouvelles ou existantes) par les enfants. Le **Tableau 6** présente les personnes impliquées dans le processus de co-construction du programme « Chouette Cantine ». Chaque membre a participé au moins à l’un des ateliers présentés dans le **Tableau 7**. La synthèse des idées reçues par les participants à l’atelier 1 sur la hausse des menus végétariens en restauration scolaire est disponible en **Annexe 13**.

Tableau 6 : Participants du groupe de co-construction du programme « Chouette Cantine »

	Participant	Fonction
Ecole pilote n°1 : Côteaux du Suzon	Murielle Da Silva Zoé Tillocher Nicolas Naltet Saïd El-Kassimi	Responsable technique du quartier Responsable technique du groupe scolaire Responsable éducatif du quartier Directeur d’accueil collectif pour mineurs
Ecole pilote n°2 : Joséphine Baker	David Muongsene Fatiha Belforhounia Mélanie Paris Loïc Delorme	Responsable technique du quartier Responsable technique du groupe scolaire Responsable éducatif du quartier Directeur d’accueil collectif pour mineurs
Cuisine centrale	Marjorie Mimouni Delphine Guinard Olivia Rol	Responsable qualité et diététique Responsable des achats Gestionnaire
Eveil’O’Goût CSGA	Aude Gaignaire Lucile Marty Justine Dahmani	Directrice et formatrice chez Eveil’O’Goût Chercheuse et co-encadrante de thèse Doctorante

Tableau 7 : Calendrier du processus de co-construction du programme « Chouette Cantine »

Séances	Période	Objectifs
Séances 1 et 2	Juin 2021	Idées reçues sur les menus végétariens ; Sensibilisation à l'éducation au goût ; Co-conception du programme : qui, quand, comment ?
Séance 3	Septembre 2021	Retours sur les séances 1 et 2 Choix des deux écoles contrôles
Séance 4	Octobre 2021	Choix des deux aliments cibles
Séances 5, 6 et 7	De Novembre 2021 à Janvier 2022	Co-conception des outils d'intervention

Dans la co-construction du programme, nous souhaitons que les interventions prennent en compte l'activation des trois dimensions du plaisir : sensorielle, sociale et cognitive (Marty et al., 2018; Bertin, 2020). Dans un premier temps, il avait été envisagé de réaliser des interventions ponctuelles tout au long de l'année et des activités ciblées sur une période plus courte appelée « temps fort ». En termes de faisabilité (contraintes de terrain, organisationnelles et logistiques), le groupe de co-construction a préféré opter pour un format « temps fort » de deux semaines uniquement. Les plats choisis pour l'intervention ont été sélectionnés sur la base de plusieurs critères. Ces plats devaient être :

- Peu appréciés par les enfants (analyse des données d'appréciation recueillies à l'aide des bornes pour les plats servis entre Septembre et Novembre 2021) ;
- De bonne qualité nutritionnelle et de faible empreinte carbone.

Nous avons sélectionné deux plats végétariens répondant au mieux à ces critères : (1) omelette et chou vert braisé aux petits légumes, et (2) pané moelleux et haricots rouges à la tomate. Les aliments que nous avons ciblés spécifiquement pour construire les outils étaient le chou vert et les haricots rouges, appartenant respectivement à la famille des choux et des légumineuses.

2.4.2 Co-conception des outils

Suite aux séances de co-conception, plusieurs outils ont été envisagés (voir **Tableau 8**). Ceux qui ont été finalement développés sont présentés dans les cases vertes.

Tableau 8 : Liste des outils envisagés pour le programme « Chouette Cantine »

Outils	Personnels impliqués dans la co-construction avec Eveil'Ô'Goût	Cibles
Fiches « histoire produits » Intitulé retravaillé et éléments clés de l'histoire du produit (origine, recette, saison, description sensorielle, suggestion de présentation...)	Equipes techniques Equipes éducatives Agents de la cuisine centrale	Agents de service Animateurs Cuisiniers
Affiche « produit du mois » dans le restaurant scolaire = contenu de la fiche histoire adapté en poster ludique	Equipes techniques Equipes éducatives Agents de la cuisine centrale	Enfants
Fiches « visite des cuisiniers » 15 min par groupe d'enfants le jour de service du plat cible	Equipes techniques Agents de la cuisine centrale	Cuisiniers
Fiches ateliers sensoriels Fiches activités main à la pâte Fiche restitution activités	Equipes éducatives	Animateurs
Fiches méthode transversales : Lecture du menu (dont intitulés des plats) Brainstorming – Comité de dégustation (enfants)	Equipes techniques Equipes éducatives Agents de la cuisine centrale	Agents de service Animateurs Cuisiniers

Légende : en blanc : outils envisagés ; en vert : outils développés.

Tous les outils envisagés n'ont pas pu être développés pour des contraintes de temps et du changement de notre accompagnatrice au sein de l'association Eveil'Ô'Goût. Les outils qui ont été développés sont les suivants : des affiches exposées dans les salles des restaurants scolaires (une affiche sur la famille des choux et une affiche sur la famille des légumineuses), un livret « Tout sur les choux » à destinations des équipes, quatre marque-pages avec un défi sur les choux à réaliser par les enfants à la maison, des fiches ateliers sensoriels (choux et légumineuses), des fiches ateliers main à la pâte (chou kale et haricots rouges), et une fiche sur le déroulement de la visite des cuisiniers.

2.4.3 Formation des équipes

En parallèle de la finalisation des outils, les différents personnels ont suivi une formation délivrée par notre nouvelle accompagnatrice Eveil'Ô'Goût et dont le programme est détaillé dans le **Tableau 9**.

Tableau 9 : Programme de formation pour les personnels impliqués dans « Chouette Cantine »

Séances Dates	Durée Heure	Objectifs	Personnels impliqués		
			Equipe éducative	Equipe technique	Cuisine centrale
Séance 1 20/01/2022 21/01/2022	1H30	Présentation des participants Présentation de l'éducation au goût et exemples Présentation du programme « Chouette Cantine »	X	X	X
Séance 2 01/03/2022 04/03/2022	1H30	Travail sur l'approche sensorielle et posture adaptée	X	X	
	1H00	Présentation des ateliers sensoriels sur les choux	X		
	1H30	Préparation de la visite des cuisiniers			X
Séance 3 14/04/2022 15/04/2022	2H30	Présentation des ateliers sensoriels sur les légumineuses	X		

2.4.4 Implémentation

Les interventions se sont déroulées dans deux écoles pilotes dijonnaises (Côteaux du Suzon et Joséphine Baker) sous la forme de deux temps forts de deux semaines : le premier sur les choux s'est déroulé en Mars 2022 et le second sur les légumineuses en Mai 2022. Le détail des interventions est présenté en **Figure 5** (voir aussi un extrait du livret réalisé en **Annexe 14**).

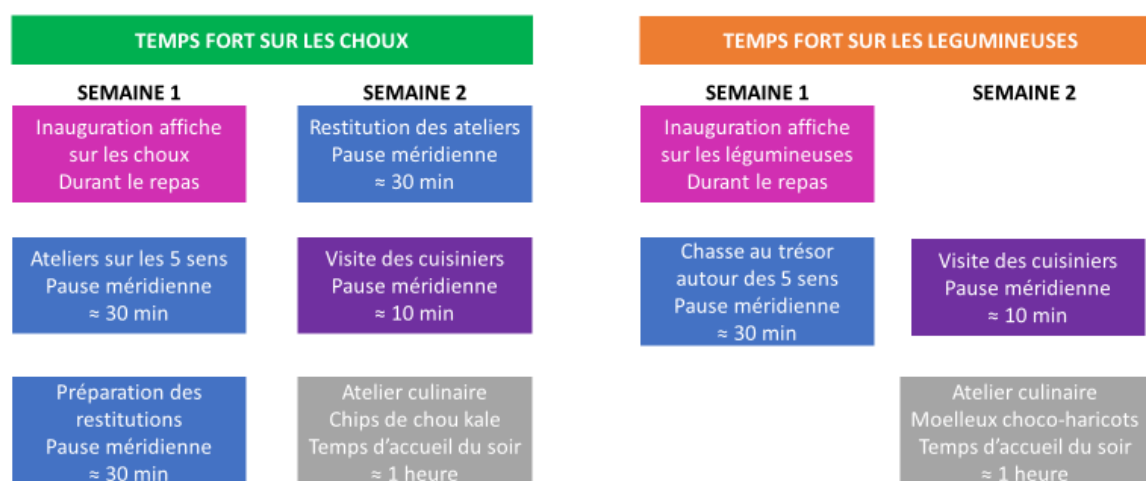


Figure 5 : Activités suivies par les enfants dans le cadre du programme « Chouette Cantine »

Légende : en rose : l'inauguration de l'affiche dans les restaurants scolaires ; en bleu : les ateliers sensoriels ; en violet : la visite des cuisiniers ; en gris : les ateliers culinaires.

2.4.5 Evaluation

Nous avons émis l'hypothèse que le programme « Chouette Cantine » pourrait augmenter l'appréciation des enfants pour les deux plats ciblés, leurs connaissances et leur envie de goûter les aliments cibles (chou vert et haricots rouges), tout en augmentant la dimension plaisir envers les aliments en général et en diminuant la néophobie alimentaire. Pour évaluer ces effets, nous avons sélectionné deux écoles contrôles (Darcy et Château de Pouilly) sur la base de critères similaires aux écoles pilotes (Joséphine Baker et Côteaux du Suzon) : le nombre d'enfants déjeunant au restaurant scolaire, le prix moyen du repas payé par les parents, le secteur géographique (quartier).

Les parents des quatre écoles ont été informés du déroulement de l'étude par des affiches informatives et la distribution de flyers par les animateurs du périscolaire. Un formulaire d'opposition pouvait être rempli par les parents pour refuser l'utilisation des données de leur enfant à des fins de recherche. Une fiche d'information a également été lue aux enfants et les données ont été collectées pour tous les enfants qui ont accepté de remplir les questionnaires. Le Comité d'éthique de la recherche d'UBFC a donné son accord éthique à cette étude (CERUBFC-2021-12-21-049), et le Délégué à la protection des données du CNRS a approuvé la conformité au règlement général européen sur la protection des données (numéro d'enregistrement 2-22086). Le protocole de l'étude a été pré-enregistré sur la plateforme OSF avant la collecte des données (<https://osf.io/jyng6>).

2.4.5.1 Evaluation des effets de « Chouette Cantine »

Les variables mesurées, les questions posées et le type de réponses sont détaillées dans le **Tableau 10**. L'appréciation des plats cibles a été recueillie grâce aux bornes de satisfaction présentes dans les quatre écoles le jour où les plats principaux contenant les deux recettes cibles ont été servis, avant et après chaque temps fort. Les données d'appréciation étant totalement anonymes, les réponses n'ont pas pu être comparées avant/après pour un même enfant. Les mesures avant et après chaque temps fort ont donc été traitées comme des échantillons indépendants. D'autres mesures ont été collectées au niveau individuel. Pour cela les enfants ont rempli des questionnaires papier pendant le temps de la pause méridienne. Leurs noms et prénoms nous ont permis de faire correspondre leurs données collectées avant et après chaque temps fort.

Les connaissances sur les aliments cibles ont été mesurées à l'aide de deux questions (CP, CE1) ou quatre questions (CE2, CM1, CM2) notées de 0 à 6. Un score plus élevé indiquait de meilleures connaissances. L'envie de goûter les aliments cibles et d'autres aliments de la même famille a été mesurée par une question notée de 1 « *je ne veux pas du tout goûter cet aliment* » à 5 « *j'ai vraiment envie de goûter cet aliment* ».

Des analyses supplémentaires ont été conduites afin d'évaluer si l'envie de goûter pouvait s'extrapoler à d'autres aliments. En effet, nous avons émis comme hypothèse que l'augmentation envisagée pour l'envie de goûter les aliments-cibles pouvaient s'élargir à des aliments de la même famille (chou rouge et lentilles), des aliments servis par la restauration scolaire de Dijon (les épinards et le quinoa) et à des aliments non-servis en restauration scolaire et peu connus des enfants (les algues et les crosnes). Dans un but exploratoire, l'identification des aliments cibles a été mesurée en demandant aux enfants (CE2/CM1/CM2) d'écrire le nom de l'aliment sur l'image utilisée pour la question sur l'envie de goûter.

Bien que le programme « Chouette Cantine » n'ait pas été conçu pour modifier les attitudes à l'égard des aliments ou la néophobie alimentaire, qui sont considérées comme des traits comportementaux, il nous a semblé pertinent d'évaluer ces dimensions car de précédentes études avaient montré que ces variables pouvaient évoluer au cours d'un programme d'éducation alimentaire de plus longue durée (Marty et al., 2018; Reverdy, 2008). Les attitudes à l'égard des aliments ont été mesurées à l'aide d'une tâche de catégorisation évaluant la prédominance des attitudes à l'égard des aliments basées sur le plaisir ou basées sur la nutrition (Monnery-Patris et al., 2016). Dans cette tâche, les enfants devaient choisir pour 48 aliments si chacun était « *miam* » ou « *beurk* » (dimension hédonique) ou si l'aliment « *rend fort* » ou « *fait grossir* » (dimension nutritionnelle). Le questionnaire sur la néophobie alimentaire était une version courte (6 items) de l'échelle de néophobie alimentaire adaptée pour les enfants (Reverdy, 2008).

Le codage et le calcul de chaque score est détaillé dans le **Tableau 11**.

Tableau 10 : Variables mesurées, questions et types de réponses présents dans les questionnaires d'évaluation du programme « Chouette Cantine »

Variable mesurée	Nombre d'items		Questions	Type de réponse
	Niveau CP/CE1	Niveau CE2/CM1/CM2		
Appréciation des plats	1	1	Comment as-tu aimé le plat principal aujourd'hui ?	Réponse unique Echelle d'appréciation en 5 points
Connaissances sur la famille des aliments	2	4	Selon toi, comment peut-on manger des choux / des légumineuses ? De quelles couleurs peuvent être les choux / les légumineuses ? Parmi les aliments suivants, lesquels font partie de la famille des choux / des légumineuses ? (photos) Dans quels plats retrouves-tu des choux / des légumineuses ? (photos)	Réponse à choix multiple
Envie de goûter les aliments	4	4	Est-ce que tu as envie de goûter cet aliment ? (photos) 1 question par aliment	Echelle d'appréciation en 5 points
Capacité à identifier les aliments	0	4	Ecris le nom du plat ou de l'aliment que tu reconnais sur les photos. 1 question par aliment	Question ouverte
Attitudes envers les aliments en général	48	48	Selon toi cet aliment : c'est miam, c'est beurk, ça donne des forces, ça fait grossir, je ne connais pas cet aliment	Réponse unique
Néophobie alimentaire	0	6	Je suis très difficile pour la nourriture. J'aime la cuisine de différents pays. Je me méfie des nouveaux aliments. J'aime bien essayer des aliments que je ne connais pas. Même si je ne sais pas ce qu'il y a dans un plat, je le goûte. J'ai peur de manger des plats que je n'ai encore jamais mangés.	Réponse unique Echelle en 5 points

Tableau 11 : Codage et calcul des scores pour chaque variable mesurée dans l'évaluation du programme « Chouette Cantine »

Variable à mesurer	Codage	Score
Appréciation	De « Je n'aime pas du tout » (=1) à « J'adore » (=5)	Score de 1 à 5
Connaissances	Vrai (=1); Faux (=0)	Moyenne Score de 0 à 6
Envie de goûter	De « Pas du tout envie » (=1) à « Très envie » (=5)	Score de 1 à 5 pour chaque aliment
Identification	Vrai (=1); Faux (=0)	Somme des items Score de 0 à 4
Attitudes envers les aliments	C'est miam (=1), C'est beurk (=1), Ça donne des forces (=0), ça fait grossir (=0), Je ne connais pas cet aliment (NA)	Score hédonique = Proportion de réponses « miam » ou « beurk »
Néophobie alimentaire	De « Pas du tout d'accord » (=1) à « Tout à fait d'accord » (=5)	Moyenne des 6 items Score de 1 à 5

Trois questionnaires papier ont été utilisés pour collecter les données : attitudes à l'égard des aliments et néophobie alimentaire (Q1) ; connaissances sur les choux, envie de goûter et identification du chou vert (Q2) ; connaissances sur les légumineuses, envie de goûter et identification des haricots rouges (Q3). Les différentes périodes de mesure avant (T0) et après (T1) les temps forts sont présentés en **Figure 6**. Un exemple de chaque questionnaire est disponible en **Annexe 15**. Les questionnaires ont été adaptés en fonction du niveau scolaire des enfants (moins de questions pour les enfants de niveau CP et CE1). Tous les questionnaires ont été pré-testés auprès d'un groupe de 10 enfants qui n'ont pas participé à l'étude.

Pour donner des instructions aux enfants et superviser la collecte des données, 10 assistants de recherche du CSGA ont été formés et répartis dans les quatre écoles aux différents temps de mesure. Le nom, le prénom, le genre, le niveau scolaire des enfants qui ont répondu aux questionnaires ainsi que le nom de l'école ont été recueillis sur la première page des questionnaires. Le nom et le prénom garantissaient la concordance des données au niveau d'un même participant au cours de la collecte. Un numéro aléatoire a ensuite été attribué à chaque participant et seul ce numéro a été reporté dans les jeux de données informatisés.

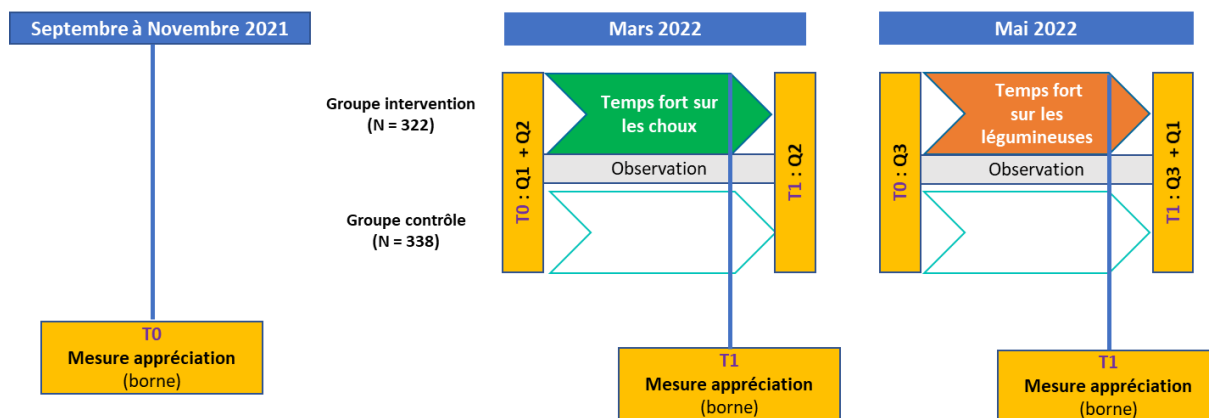


Figure 6 : Design experimental pour évaluer les effets du programme « Chouette Cantine »

2.4.5.2 Evaluation de la fidélité du programme « Chouette Cantine »

Un plan d'évaluation des processus a été mis en œuvre afin de collecter des informations sur la relation entre la façon dont les deux temps forts se sont déroulés et les effets observés (Mowbray et al., 2003; Saunders et al., 2005). Ainsi, nous avons évalué la fidélité du programme « Chouette Cantine » (c'est-à-dire dans quelle mesure chaque temps fort s'est déroulé comme prévu). Nous avons également mesuré la satisfaction à l'égard des ateliers (c'est-à-dire la satisfaction des enfants et des personnels impliqués dans l'implémentation). Une fiche d'observations à remplir par l'équipe de recherche a été développée pour évaluer la fidélité des interventions, et une fiche d'auto-évaluation a été administrée aux personnels afin d'évaluer leur satisfaction ainsi que celle qu'ils percevaient des enfants. Des éléments descriptifs ont également été inclus dans les fiches tels que : la date, l'heure de début et de fin des ateliers, le nombre d'enfants (participants) afin de documenter la mise en place du programme en vue d'un futur déploiement. Le détail des éléments mesurés pour évaluer la fidélité et la satisfaction ainsi que le codage et les scores calculés sont présentés dans le **Tableau 12**.

Tableau 12 : Evaluation de la fidélité du programme « Chouette Cantine »

	Mesures	Codage	Score
Fidélité	Présence des éléments essentiels pour réaliser les temps forts (10 items)	Pour chaque activité du temps fort sur les <u>choux</u> : pas fait, partiellement fait, fait. Pour chaque activité du temps fort sur les <u>légumineuses</u> : pas installée, partiellement installée, installée.	% de réalisation (de 0 à 100)
	Respect des principes de l'éducation au goût	Echelle en 5 points : de « pas du tout d'accord » à « tout à fait d'accord »	Score de 0 à 4
Satisfaction	Satisfaction des personnels intervenants	Echelle en 5 points : de « pas du tout satisfait » à « très satisfait »	% de personnels satisfaits (de 0 à 100)
	Satisfaction des enfants (perçue par les intervenants)	Echelle en 5 points : de « pas du tout satisfait » à « très satisfait »	% d'enfants satisfaits (de 0 à 100)

Après chaque temps fort, une réunion avec les personnels des deux écoles pilotes et de la cuisine centrale a été organisée afin de recueillir leurs retours sur la mise en place du programme « Chouette Cantine ». Le temps fort sur les choux a été vécu comme assez lourd à mettre en place. Les ateliers sensoriels étaient trop « scolaires » et chaque classe n'explorait qu'un seul des cinq sens. Ces retours ont permis de retravailler le format des ateliers en proposant une chasse au trésor pour le temps fort sur les légumineuses (un format plus ludique, permettant aux enfants d'explorer les cinq sens). Un questionnaire de satisfaction a également été intégré à la fiche d'observation car le formulaire d'auto-évaluation n'était pas adapté aux contraintes du terrain.

2.4.5.3 Analyses statistiques

Des t-tests indépendants ont été utilisés pour évaluer les effets des interventions sur l'appréciation des plats cibles par les enfants recueillie via les bornes installées dans les restaurants scolaires, avant et après chaque temps fort, dans les groupes contrôle et intervention. Pour les autres variables mesurées, des modèles linéaires mixtes ont été utilisés pour déterminer s'il y avait des changements significatifs sur ces variables entre les enfants des groupes contrôle et intervention. Cela s'est appliqué aux variables dépendantes suivantes : score de connaissances sur les choux et les légumineuses, score envie de goûter et identification pour le chou vert et les haricots rouges, score d'attitude hédonique et score de néophobie alimentaire. Les modèles intégraient le groupe (contrôle ou intervention), le temps (T0, T1), l'interaction groupe x temps, avec un effet sujet aléatoire. Ces modèles ont été reproduits avec des ajustements pour le genre et le niveau scolaire. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide de la version 9.4 de SAS (SAS Institute, Inc., 2012 SAS® 9.4. Cary, NC). Le niveau de signification a été fixé à $p < 0,05$.

Chapitre 3. Résultats

3.1 Qualité nutritionnelle et empreinte carbone des menus

3.1.1 Diagnostic basé sur les menus servis en 2019

3.1.1.1 Description de la qualité nutritionnelle et de l'empreinte carbone des menus

Les analyses ont été réalisées à partir des données des 249 menus servis par la restauration scolaire de Dijon sur l'année 2019. Le poids moyen d'un repas était de 464 g (ET 64), et l'apport énergétique moyen était de 659 kcal (ET 125), représentant 33% de l'apport énergétique quotidien recommandé pour les enfants en âge de fréquenter les écoles élémentaires (soit 2 000 kcal). Les émissions moyennes de gaz à effet de serre (EGES) d'un menu étaient de 1,8 kgCO₂eq (ET 1,0). Le MAR/2 000 kcal moyen était de 88,3% (ET 4,9), indiquant qu'en moyenne, 88% des apports nutritionnels conseillés pour les 23 nutriments d'intérêt seraient couverts par 2 000 kcal d'un repas scolaire. Le MER/2 000 kcal moyen était de 19,1% (ET 17,7), indiquant qu'en moyenne, la valeur maximale de référence pour les 3 nutriments (acides gras saturés, sel et sucres totaux) serait dépassée de 19% avec 2 000 kcal d'un repas scolaire.

Les corrélations de Pearson ont montré une association positive entre le poids et l'apport énergétique, et une association négative entre le poids et le MER/2 000 kcal, mettant en évidence que la teneur en nutriments à limiter était plus faible dans les menus avec un poids plus élevé. De plus, nous avons observé une association négative entre l'apport énergétique et le MAR/2 000 kcal, ce qui indique que les menus de meilleure qualité nutritionnelle étaient également ceux possédant un plus faible apport énergétique. Aucune association n'a été trouvée entre les EGES et le poids, l'apport énergétique ni le MAR/2 000 kcal (**Tableau 13**).

Tableau 13 : Corrélation entre le poids, l'apport énergétique, les EGES, le MAR/2 000 kcal et le MER/2 000 kcal

		EGES	Apport énergétique	MAR/2 000 kcal	MER/2 000 kcal
Poids	r	-0,065	0,275	0,011	-0,174
	p	0,307	<0,001	0,856	0,006
EGES	r		0,015	-0,001	0,004
	p		0,808	0,993	0,955
Apport énergétique	r			-0,399	-0,053
	p			<0,001	0,411
MAR/2 000 kcal	r				0,249
	p				<0,001

En gras : $p < 0,05$, la corrélation est statistiquement significative.

3.1.1.2 Comparaisons entre les menus végétariens et non-végétariens

Parmi les 249 menus servis en 2019 dans les restaurants scolaires de Dijon, 73,5% étaient à base de viande ou de poisson (non-végétariens), et 26,5% étaient végétariens, ce qui dépasse la fréquence recommandée d'un menu hebdomadaire établie par les lois EGalim et Climat et résilience (soit 20%). La qualité nutritionnelle et l'empreinte carbone de l'ensemble des menus (n = 249), non-végétariens (n = 183) et végétariens (n = 66) sont présentées dans le **Tableau 14**. Les menus non-végétariens et végétariens avaient un poids moyen et un apport énergétique moyen similaires. Les EGES étaient significativement inférieures pour les menus végétariens par rapport aux menus non-végétariens. En moyenne, un menu végétarien émettait 0,9 kgCO₂eq (ET 0,3), tandis qu'un menu non-végétarien en émettait 2,1 kgCO₂eq (ET 1,0). Le MAR/2 000 kcal pour les menus non-végétariens et végétariens n'était pas significativement différent, de même pour le MER/2 000 kcal.

Dans tous les menus (végétariens ou non), 19 des 23 nutriments à favoriser étaient présents en quantités satisfaisantes, c'est-à-dire avec une teneur moyenne $\geq 100\%$ des apports nutritionnels conseillés (ANC) pour 2 000 kcal : protéines, fibres, vitamines B1, B2, B3, B6, B9, B12, E, A, potassium, fer, magnésium, zinc, cuivre, iode, sélénium, acide linoléique (LA) et acide docosahexaénoïque (DHA) (**Tableau 14**). En revanche, la couverture des besoins nutritionnels était insuffisante (c'est-à-dire avec une teneur moyenne $< 100\%$ pour 2 000 kcal) pour le calcium et l'acide alpha-linolénique (ALA) dans les deux types de menus. La vitamine C et la vitamine D étaient en déficit spécifiquement dans les menus végétariens. En ce qui concerne les nutriments à limiter, la teneur était supérieure aux valeurs maximales recommandées (VMR) dans les menus végétariens et non-végétariens pour les acides gras saturés (AGS) (+17,3% de la VMR) et le sel (+14,2% de la VMR). Les valeurs pour les sucres totaux étaient inférieures à la VMR (seuil de 100%) pour les menus non-végétariens et les menus végétariens.

Tableau 14 : Qualité nutritionnelle et empreinte carbone de l'ensemble des menus, des menus non-végétariens et des menus végétariens servis par la restauration scolaire de Dijon en 2019

	ANC ¹ ou VMR ²	Tous les menus (n = 249)	Menus non-végétariens (n = 183)	Menus Végétariens (n = 66)	p ³
Poids (g)		464,0 (64,0)	463,2 (63,8)	466,3 (65,0)	0,734
Energie (%AET ⁴)	2000 kcal	33,0 (6,2)	33,0 (6,3)	33,0 (5,9)	0,950
EGES (kgCO2eq)		1,8 (1,0)	2,1 (1,0)	0,9 (0,3)	<0,001
MAR/2000 kcal (%)		88,3 (4,9)	88,5 (4,5)	87,5 (5,8)	0,152
MER/2000 kcal (%)		19,1 (17,7)	19,1 (18,6)	19,3 (15,0)	0,921
Protéines (%AR)	25 g	373,6 (107,3)	400,1 (105,2)	300,1 (74,2)	<0,001
Fibres (%AR)	13 g	215,0 (77,7)	199,1 (67,5)	259,1 (87,0)	<0,001
Vitamine B1 (%AR)	0,8 mg	132,5 (75,7)	137,3 (83,9)	118,9 (43,1)	0,090
Vitamine B2 (%AR)	1,2 mg	105,8 (43,9)	106,8 (40,1)	102,9 (53,2)	0,544
Vitamine B3 (%AR)	9 mg	180,7 (98,2)	206,2 (95,3)	109,7 (66,6)	<0,001
Vitamine B6 (%AR)	1 mg	174,3 (69,9)	182,1 (70,9)	152,4 (62,8)	0,002
Vitamine B9 (%AR)	201 µg	181,6 (95,4)	160,4 (64,8)	240,4 (134,9)	<0,001
Vitamine B12 (%AR)	1,4 µg	325,2 (312,0)	387,8 (339,6)	151,5 (82,8)	<0,001
Vitamine C (%AR)	89 mg	80,7 (63,9)	85,2 (68,0)	68,2 (49,3)	0,065
Vitamine D (%AR)	5 µg	87,5 (75,0)	92,3 (82,6)	74,0 (45,5)	0,089
Vitamine E (%AR)	9,1 mg	141,1 (58,7)	133,0 (56,2)	163,6 (59,8)	<0,001
Vitamine A ⁵ (%AR)	501 µg	286,5 (313,1)	291,5 (312,0)	272,4 (318,1)	0,676
Calcium (%AR)	924 mg	81,2 (27,1)	78,4 (26,6)	89,1 (27,3)	0,007
Potassium (%AR)	2892 mg	100,3 (25,3)	103,4 (25,9)	91,6 (21,5)	<0,001
Fer (%AR)	8,2 mg	122,0 (49,1)	119,5 (51,5)	129,1 (41,4)	0,174
Magnésium (%AR)	203 mg	139,7 (42,1)	136,6 (42,1)	148,2 (41,1)	0,054
Zinc (%AR)	9,2 mg	116,7 (58,5)	125,3 (64,9)	92,7 (21,9)	<0,001
Cuivre (%AR)	1,2 mg	181,8 (70,4)	176,7 (78,6)	196,0 (36,4)	0,056
Iode (%AR)	120 µg	206,5 (96,1)	213,5 (104,3)	187,2 (65,1)	0,057
Sélénium (%AR)	39 µg	577,0 (187,4)	583,3 (193,1)	559,5 (170,8)	0,352
LA ⁶ (%AR)	8,9 g	104,2 (44,3)	97,8 (44,0)	121,9 (40,3)	<0,001
ALA ⁷ (%AR)	2,2 g	59,3 (47,7)	62,8 (54,2)	49,8 (18,1)	0,059
DHA ⁸ (%AR)	152 mg	138,6 (169,9)	156,7 (194,1)	88,6 (34,8)	0,005
AGS ⁹ (%VMR)	26 g	117,3 (48,6)	119,1 (49,9)	112,3 (44,6)	0,306
Sel (%VMR)	6,5 g	114,2 (38,8)	113,1 (40,4)	117,1 (34,0)	0,445
Sucres totaux ¹⁰ (%VMR)	67,5 g	84,5 (29,7)	81,2 (29,4)	93,5 (29,0)	0,004

Les valeurs présentées sont les moyennes et les écart-types (ET). En vert : les 23 nutriments à favoriser utilisés dans le calcul du MAR/2000 kcal ; en rouge : les 3 nutriments à limiter utilisés dans le calcul du MER/2000 kcal.

¹ANC : Apports nutritionnels conseillés pour les enfants âgés de 4 à 13 ans fréquentant l'école primaire en France (Poinot et al., 2022 ; Vieux et al., 2018). ²VMR : Valeurs maximales recommandées pour les enfants âgés de 4 à 12 ans (ANSES, 2012b, 2019, 2021c). Les teneurs en nutriments sont données pour un repas rapporté à 2 000 kcal et sont donc comparées au seuil de 100% de couverture des ANC. ³Les tests de Student ont été effectués pour comparer les menus végétariens et non-végétariens (différence significative si : $p < 0,05$ pour les indicateurs génériques, $p < 0,002$ pour les nutriments). ⁴AET : apports énergétiques totaux sur une journée (2 000 kcal). ⁵Vitamine A (µg) = rétinol + bêta-carotène. ⁶Acide linoléique (LA). ⁷Acide alpha-linolénique (ALA). ⁸Acide docosahexaénoïque (DHA). ⁹Acides gras saturés (AGS). ¹⁰Sucres totaux (g) = fructose + glucose + maltose + saccharose. En gras, %AR<100%, ou %VMR>100% (test de Student, $p < 0,002$).

3.1.1.3 Comparaisons des menus selon la composante protéique du plat principal

Le **Tableau 15** présente la qualité nutritionnelle et l'empreinte carbone des cinq catégories de menus basées sur la composante protéique du plat principal, à savoir : viande de ruminants pour les plats à base de bœuf, veau ou agneau ($n = 56$) ; viande blanche pour les plats à base de porc ou de volaille ($n = 68$) ; poisson ($n = 55$) ; œufs et/ou fromage ($n = 40$) ; végétal ($n = 30$). Les menus avaient le même apport énergétique dans toutes les catégories [$F(4,244) = 1,01$, $p = 0,404$], malgré des poids différents [$F(4,244) = 4,40$, $p = 0,002$]. Les menus avec un plat principal à base d'aliments végétaux ou de poisson avaient un poids significativement plus élevé que les menus avec un plat principal contenant de la viande de ruminant. Nous avons observé un effet significatif des catégories de menus sur : les EGES [$F(4,244) = 261,64$, $p < 0,001$], le MAR/2 000 kcal [$F(4,244) = 3,81$, $p = 0,005$] et le MER/2 000 kcal [$F(4,244) = 5,92$, $p < 0,001$]. Les EGES étaient significativement différentes entre les cinq catégories. Les menus à base viande de ruminant étaient les plus émetteurs, suivis des menus à base de poisson, porc ou volaille, œufs et/ou de fromage, et enfin la catégorie « végétal ». En moyenne, un menu dont le plat principal était composé d'aliments végétaux émettait 5 fois moins d'EGES qu'un menu à base de viande de ruminant. Le MAR/2 000 kcal était significativement plus faible pour la catégorie « végétal » que pour la catégorie « œufs et/ou fromage » ou « poisson », mais la différence était faible (4% de différence entre les menus à base d'aliments végétaux par rapport aux menus à base d'œufs et/ou fromage). Le MER/2 000 kcal était significativement plus faible pour la catégorie « végétal » par rapport aux catégories « poisson » et « œufs et/ou du fromage ». Seuls les menus de la catégorie « végétal » avaient une teneur en AGS inférieure à la VMR [80,5% (ET 33,0)]. Chaque catégorie de menus présentait des nutriments en déficit (significativement inférieurs à l'ANC pour 2 000 kcal) et des nutriments en excès (significativement supérieurs à la VMR pour 2 000 kcal), comme présenté dans la **Figure 7**.

Des analyses comparatives entre les types menus (non-végétariens et végétariens), ainsi que les cinq catégories de menus ont été reproduites en utilisant le MAR, le MER et les valeurs nutritionnelles brutes pour présenter l'apport net par menu. Ces résultats sont disponibles en **Annexe 16**.

Tableau 15 : Qualité nutritionnelle et empreinte carbone des cinq catégories de menus basées sur la composante protéique du plat principal

	ANC ¹ ou VMR ²	Ruminants (n = 56)	Porc, poulet (n = 68)	Poisson (n = 55)	Ceufs et/ou fromage (n = 40)	Végétal (n = 30)	p ³
Poids (g)		439,5 (66,4) ^b	472,2 (63,9) ^{ab}	479,5 (54,2) ^a	450,1 (60,4) ^{ab}	481,5 (67,0) ^a	0,002
Energie (%AET ⁴)		32,4 (6,3) ^a	34,2 (6,5) ^a	32,4 (6,1) ^a	32,6 (6,9) ^a	32,6 (4,4) ^a	0,404
EGES (kgCO ₂ eq)		3,4 (0,8) ^a	1,3 (0,4) ^c	1,8 (0,4) ^b	1,0 (0,3) ^d	0,7 (0,2) ^e	<0,001
MAR/2000 kcal (%)		87,6 (3,2) ^{ab}	88,4 (4,4) ^{ab}	89,2 (5,3) ^a	89,6 (6,8) ^a	85,6 (3,8) ^b	0,005
MER/2000 kcal (%)		15,6 (14,8) ^{bc}	19,2 (19,8) ^{abc}	20,9 (19,2) ^{ab}	28,4 (15,0) ^a	9,9 (11,1) ^c	<0,001
Protéines (%AR)	25 g	386,9 (85,2) ^a	408,7 (110,6) ^a	405,8 (118,7) ^a	335,8 (75,6) ^{ab}	260,7 (47,3) ^b	<0,001
Fibres (%AR)	13 g	204,8 (66,3) ^b	197,0 (73,3) ^b	196,2 (64,2) ^b	230,7 (91,5) ^b	288,5 (66,2) ^a	<0,001
Vitamine B1 (%AR)	0,8 mg	121,6 (65,4) ^a	164,8 (111,9) ^a	118,8 (46,5) ^a	120,8 (50,2) ^a	120,1 (33,2) ^a	0,001
Vitamine B2 (%AR)	1,2 mg	111,5 (40,3) ^{ab}	104,8 (40,3) ^{ab}	98,6 (33,6) ^{bc}	135,0 (55,5) ^a	71,5 (29,4) ^c	<0,001
Vitamine B3 (%AR)	9 mg	188,6 (46,7) ^b	270,5 (106,9) ^a	149,8 (71,1) ^b	132,3 (74,4) ^{bc}	83,1 (34,0) ^c	<0,001
Vitamine B6 (%AR)	1 mg	195,5 (58,5) ^a	197,1 (78,6) ^a	151,2 (65,3) ^a	152,4 (49,4) ^a	154,0 (75,2) ^a	<0,001
Vitamine B9 (%AR)	201 µg	154,5 (53,4) ^{bc}	152,3 (71,2) ^c	168,8 (61,4) ^{bc}	256,3 (151,3) ^a	222,9 (98,8) ^{ab}	<0,001
Vitamine B12 (%AR)	1,4 µg	418,7 (182,9) ^b	160,9 (56,1) ^c	635,5 (470,3) ^a	215,3 (72,9) ^c	100,7 (105,7) ^c	<0,001
Vitamine C (%AR)	89 mg	90,1 (69,1) ^a	78,6 (59,0) ^a	82,6 (74,1) ^a	80,8 (56,9) ^a	64,1 (52,4) ^a	0,502
Vitamine D (%AR)	5 µg	51,4 (35,0) ^b	74,9 (45,0) ^b	152,4 (113,9) ^a	94,4 (50,9) ^b	55,0 (36,5) ^b	<0,001
Vitamine E (%AR)	9,1 mg	125,8 (52,8) ^a	125,5 (54,0) ^a	148,9 (58,4) ^a	169,7 (65,3) ^a	152,6 (54,1) ^a	<0,001
Vitamine A ⁵ (%AR)	501 µg	291,1 (316,0) ^a	289,8 (321,8) ^a	283,5 (291,6) ^a	339,5 (391,6) ^a	204,9 (185,4) ^a	0,527
Calcium (%AR)	924 mg	74,9 (26,4) ^b	72,6 (22,3) ^b	86,1 (26,4) ^{ab}	102,7 (28,6) ^a	75,0 (21,6) ^b	<0,001
Potassium (%AR)	2892 mg	102,6 (23,8) ^a	103,6 (24,9) ^a	104,7 (29,8) ^a	85,8 (20,5) ^a	99,3 (19,8) ^a	0,002
Fer (%AR)	8,2 mg	147,7 (66,4) ^a	105,7 (31,2) ^b	102,2 (37,3) ^b	134,0 (48,5) ^{ab}	131,2 (36,4) ^{ab}	<0,001
Magnésium (%AR)	203 mg	122,8 (30,4) ^b	134,7 (38,1) ^{ab}	152,2 (50,8) ^{ab}	140,5 (46,3) ^{ab}	158,3 (32,8) ^a	<0,001
Zinc (%AR)	9,2 mg	188,5 (75,1) ^a	108,8 (35,2) ^b	82,3 (22,6) ^b	100,8 (24,7) ^b	84,5 (14,8) ^b	<0,001
Cuivre (%AR)	1,2 mg	170,8 (35,7) ^a	167,0 (35,6) ^a	192,7 (132,0) ^a	182,5 (34,7) ^a	215,0 (28,5) ^a	0,014
Iode (%AR)	120 µg	159,8 (56,9) ^b	171,8 (50,2) ^b	315,3 (119,2) ^a	186,5 (76,0) ^b	199,7 (51,7) ^b	<0,001
Sélénium (%AR)	39 µg	495,1 (165,6) ^c	543,9 (157,1) ^{bc}	724,7 (187,7) ^a	475,1 (130,6) ^c	669,9 (150,3) ^{ab}	<0,001
LA ⁶ (%AR)	8,9 g	95,6 (51,7) ^b	109,8 (37,5) ^{ab}	84,9 (38,8) ^b	112,9 (31,6) ^{ab}	131,6 (49,8) ^a	<0,001
ALA ⁷ (%AR)	2,2 g	50,9 (40,8) ^a	69,1 (59,7) ^a	68,6 (59,2) ^a	45,7 (19,3) ^a	54,1 (15,0) ^a	0,034
DHA ⁸ (%AR)	152 mg	87,0 (177,7) ^b	83,8 (32,9) ^b	318,4 (234,3) ^a	98,5 (46,2) ^b	83,3 (23,8) ^b	<0,001
AGS ⁹ (%VMR)	26 g	121,5 (47,5) ^a	113,1 (47,3) ^{ab}	120,8 (53,9) ^a	141,7 (37,5) ^a	80,5 (33,0) ^b	<0,001
Sel (%VMR)	6,5 g	100,9 (32,5) ^a	114,7 (48,0) ^a	121,7 (34,3) ^a	127,1 (30,1) ^a	106,7 (37,5) ^a	0,006
Sucres totaux ¹⁰ (%VMR)	67,5 g	83,0 (29,0) ^a	85,7 (30,4) ^a	74,9 (27,7) ^a	92,1 (33,9) ^a	91,9 (23,2) ^a	0,032

Les valeurs présentées sont les moyennes et les écart-types (ET). En vert : les 23 nutriments à favoriser utilisés dans le calcul du MAR/2 000 kcal ; en rouge : les 3 nutriments à limiter utilisés dans le calcul du MER/2 000 kcal. ¹ANC : Apports nutritionnels conseillés pour les enfants âgés de 4 à 13 ans fréquentant l'école primaire en France (Poinot et al., 2022 ; Vieux et al., 2018). ²VMR : Valeurs maximales recommandées pour les enfants âgés de 4 à 12 ans (ANSES, 2012b, 2019, 2021c). Les teneurs en nutriments sont données pour un repas de 2 000 kcal. ³Tests d'effets fixes de type III avec effet de la catégorie dans les modèles ANOVA comprenant : le poids, les EGES, le MAR/2 000 kcal, le MER/2 000 kcal, l'apport énergétique et la teneur en nutriments comme variables dépendantes. Les mêmes chiffres indiquent l'absence de différence significative entre les catégories (comparaisons post hoc, différence significative si : $p < 0,05$ pour les indicateurs, $p < 0,002$ pour les nutriments). ⁴AET : apports énergétiques totaux sur une journée (2 000 kcal). ⁵Vitamine A (µg) = rétinol + bêta-carotène. ⁶Acide linoléique (LA). ⁷Acide alpha-linolénique (ALA). ⁸Acide docosahexaénoïque (DHA). ⁹Acides gras saturés (AGS). ¹⁰Sucres totaux (g) = fructose + glucose + maltose + saccharose. En gras, %AR<100%, ou %VMR>100% (test de Student, $p < 0,002$).

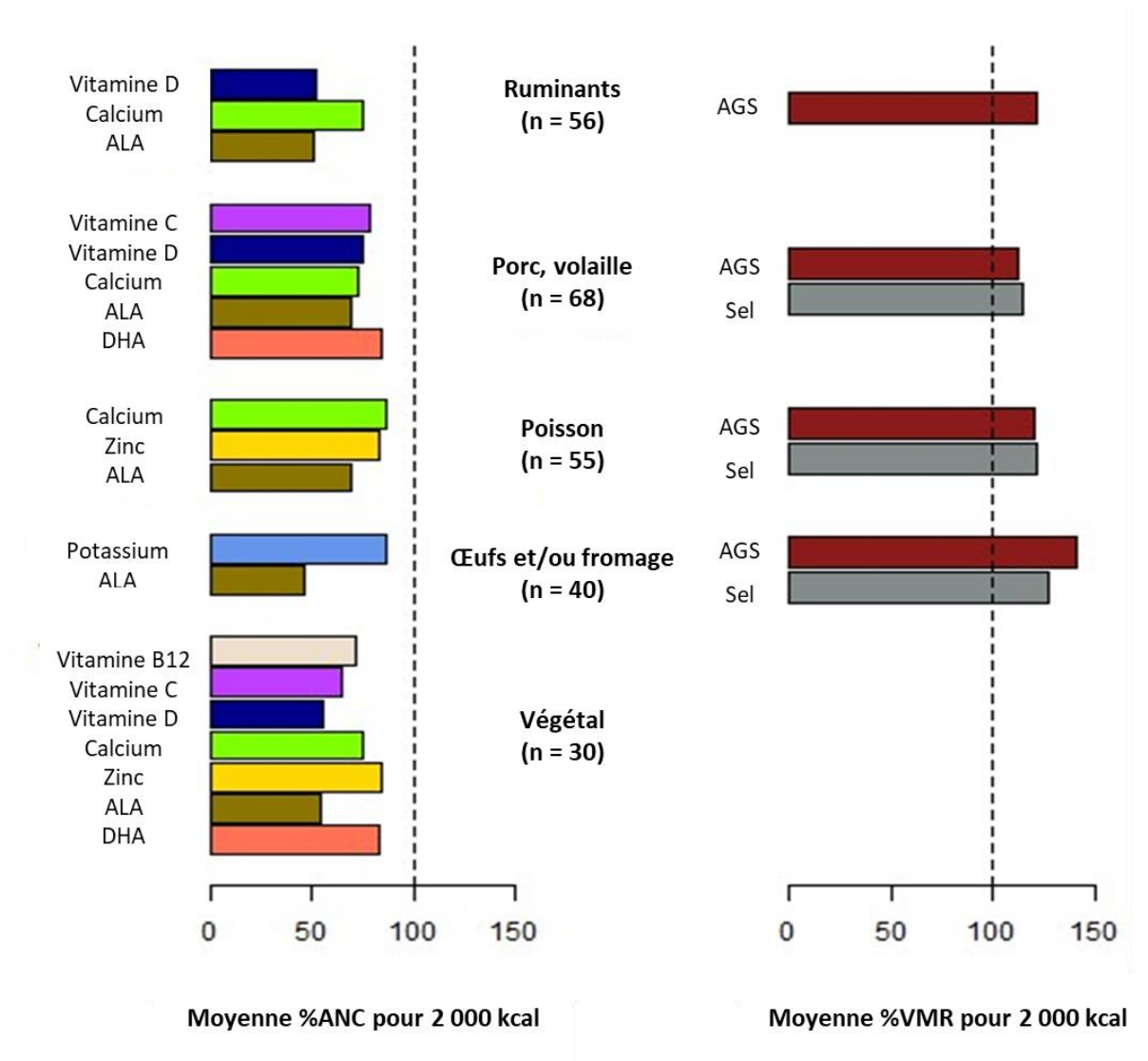


Figure 7 : Nutriments en déficit et nutriments en excès dans les cinq catégories de menus

%ANC<100%, ou %VMR>100% (test de Student, $p<0,002$)

3.1.2 Evolution des menus servis entre 2019 et 2022

La **Figure 8** présente les proportions des cinq catégories de menus basées sur la composante protéique du plat principal servi sur l'année 2019 et l'année scolaire 2021-2022. La répartition des catégories de menus était quasi-similaire entre l'année 2019 et l'année 2021-2022. Plus de la moitié des menus servis sur l'année scolaire 2021-2022 étaient composés d'un plat principal à base de viande (bœuf, veau, agneau, porc, volaille). Environ un cinquième des menus étaient composés d'un plat principal avec du poisson (soit une fois par semaine). Le reste des menus était composé de plats végétariens avec deux fois plus de plats à base d'œufs et/ou fromage que de plats à base de produits végétaux.

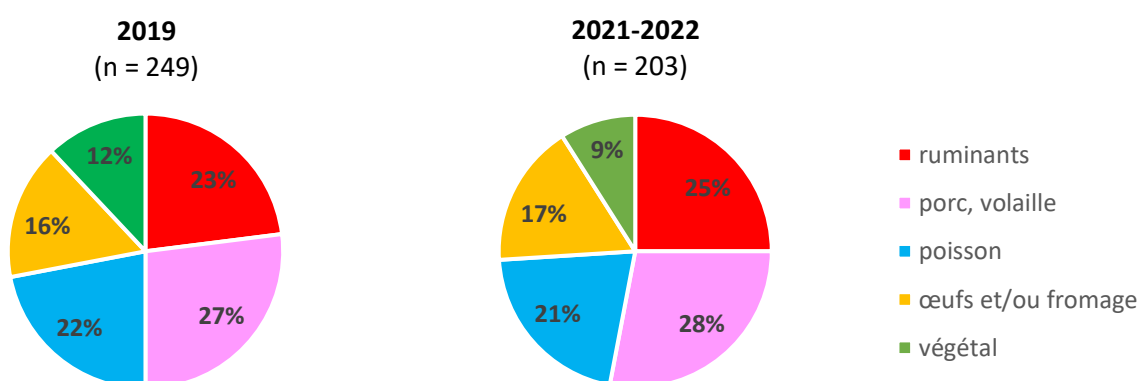


Figure 8 : Proportions des cinq catégories de menus servis en 2019 et en 2021-2022

Par rapport aux menus servis en 2019, les menus servis sur l'année scolaire 2021-2022 apportaient en moyenne moins de sélénium, mais les besoins étaient largement couverts (>100%) et un peu plus de sel (>100%) (**Tableau 16**). Cependant, les calculs n'ont pas été réalisés à partir des fiches recettes de la cuisine centrale mais grâce à l'appariement des plats avec la base CALNUT (ANSES). Nous ne prenons donc pas en compte dans cette analyse une potentielle reformulation des recettes entre 2019 et 2022. Les menus servis en 2021-2022 étaient quasiment similaires aux menus servis en 2019 en termes de qualité nutritionnelle et d'empreinte carbone. Cela nous a permis de généraliser nos résultats issus du diagnostic effectué sur la base des menus servis en 2019.

Tableau 16 : Qualité nutritionnelle et empreinte carbone des menus servis en 2019 et 2021-2022

	Menus 2019 (n = 249)	Menus 2021-2022 (n = 203)	p ¹
Poids (g)	464,0 (64)	463,5 (645)	0,932
Energie (% AET ²)	33,0 (6,2)	32,6 (5,9)	0,588
EGES (kgCO ² eq)	1,8 (1,0)	1,8 (1,0)	0,702
MAR/2000 kcal (%)	88,3 (4,9)	88,4 (5,2)	0,861
MER/2000 kcal (%)	19,1 (17,7)	20,7 (16,2)	0,333
Protéines (%AR ³)	373,6 (107,3)	380,7 (103,8)	0,478
Fibres (%AR)	215,0 (77,7)	224,5 (85,9)	0,222
Vitamine B1 (%AR)	132,5 (75,7)	137,3 (73,3)	0,492
Vitamine B2 (%AR)	105,8 (43,9)	105,5 (38,9)	0,947
Vitamine B3 (%AR)	180,7 (98,2)	172,7 (89,3)	0,372
Vitamine B6 (%AR)	174,3 (69,9)	179,1 (67,4)	0,454
Vitamine B9 (%AR)	181,6 (95,4)	176,2 (112,9)	0,589
Vitamine B12 (%AR)	325,2 (312,0)	316,2 (239,1)	0,730
Vitamine C (%AR)	80,7 (63,9)	83,5 (76,6)	0,682
Vitamine D (%AR)	87,5 (750)	86,2 (61,7)	0,839
Vitamine E (%AR)	141,1 (587)	140,3 (68,3)	0,890
Vitamine A ⁴ (%AR)	286,5 (313,1)	251,4 (276,6)	0,213
Calcium (%AR)	81,2 (27,1)	82,1 (24,5)	0,708
Potassium (%AR)	100,3 (25,3)	102,7 (32,4)	0,386
Fer (%AR)	122,0 (49,1)	132,0 (64,5)	0,070
Magnésium (%AR)	139,7 (42,1)	144,2 (48,7)	0,296
Zinc (%AR)	116,7 (585)	120,9 (55,7)	0,436
Cuivre (%AR)	181,8 (70,4)	181,4 (59,2)	0,947
Iode (%AR)	206,5 (96,1)	210,5 (107,8)	0,674
Sélénium (%AR)	577,0 (187,4)	537,4 (164,9)	0,020
LA ⁵ (%AR)	104,2 (44,3)	104,4 (49,2)	0,969
ALA ⁶ (%AR)	59,3 (477)	58,6 (53,3)	0,884
DHA ⁷ (%AR)	138,6 (169,9)	129,1 (178,5)	0,563
AGS ⁸ (%VMR ⁹)	117,3 (48,6)	116,3 (43,2)	0,809
Sel (%VMR)	114,2 (38,8)	125,1 (38,0)	0,003
Sucres totaux ¹⁰ (%VMR)	84,5 (29,7)	83,1 (28,3)	0,625

Les valeurs présentées sont les moyennes et les écart-types (ET). En vert : les 23 nutriments à favoriser utilisés dans le calcul du MAR/2000 kcal ; en rouge : les 3 nutriments à limiter utilisés dans le calcul du MER/2000 kcal.

¹Les tests de Student ont été effectués pour comparer menus de 2019 et ceux de 2021-2022 (différence significative si : $p < 0,05$ pour les indicateurs, $p < 0,002$ pour les nutriments). ²AET : apports énergétiques totaux sur une journée (2 000 kcal). ³ANC : Apports nutritionnels conseillés pour les enfants âgés de 4 à 13 ans fréquentant l'école primaire en France (Poinsot et al., 2022 ; Vieux et al., 2018). ⁴Vitamine A (µg) = rétinol + bêta-carotène. ⁵Acide linoléique (LA). ⁶Acide alpha-linolénique (ALA). ⁷Acide docosahexaénoïque (DHA). ⁸Acides gras saturés (AGS). ⁹VMR : Valeurs maximales recommandées pour les enfants âgés de 4 à 12 ans (ANSES, 2012b, 2019, 2021c). Les teneurs en nutriments sont données pour un repas de 2 000 kcal. ¹⁰Sucres totaux (g) = fructose + glucose + maltose + saccharose. En gras, %AR<100%, ou %VMR>100% (test de Student, $p < 0,002$).

3.1.3 Analyse des menus servis de Janvier à Juin 2023

Entre Janvier et Juin 2023, les parents dont les enfants étaient inscrits à la restauration scolaire de Dijon avaient la possibilité d'inscrire leur enfant à un deuxième repas végétarien hebdomadaire. La répartition des menus servis de Janvier à Juin 2023 basée sur la composante protéique du plat principal, est présentée en **Figure 9** avec 1 ou 2 menus végétariens hebdomadaire. Avec un menu végétarien hebdomadaire, 56% des menus étaient composés d'un plat principal à base de viande (ruminants, porc, volaille), contre 42% lorsque deux menus végétariens hebdomadaires étaient servis. Les menus avec du poisson en plat principal ne représentaient que 13% lorsque deux menus végétariens étaient servis par semaine (vs. 20% avec un menu végétarien hebdomadaire). A noter, le plat végétarien était parfois servi en remplacement du poisson. Avec un deuxième menu végétarien, le poisson a diminué plus que les autres catégories (ruminants et porc, volaille).

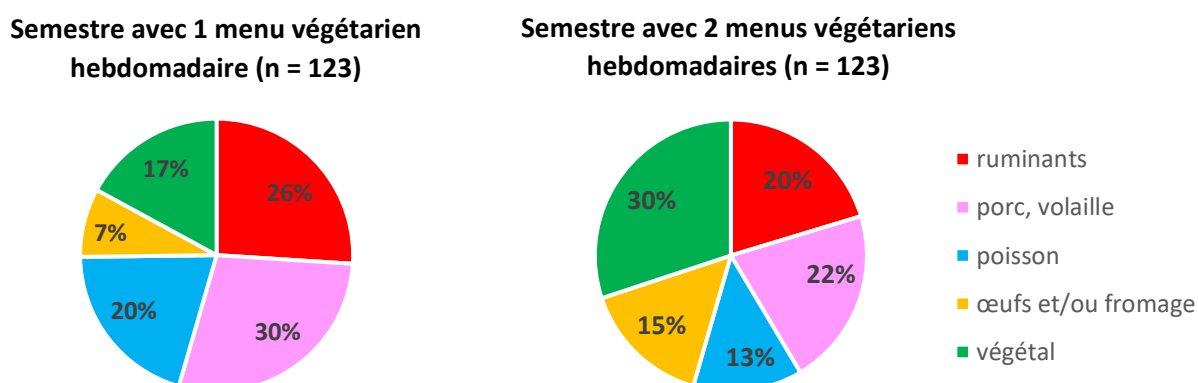


Figure 9 : Répartition des cinq catégories de menus servis de Janvier à Juin 2023

Sur la période analysée (6 mois), aucune différence significative n'a été trouvée en termes de qualité nutritionnelle (MAR/2 000 kcal et MER/2 000 kcal) selon qu'un ou deux menus végétariens hebdomadaires étaient servis (**Tableau 17**). Tous les enfants déjeunant sur les restaurants scolaires de Dijon ont donc eu accès à des menus de qualité nutritionnelle moyenne équivalente sur cette période. Cependant, l'empreinte carbone moyenne d'un menu était significativement plus faible lorsque deux menus végétariens étaient servis chaque semaine (1,6 vs. 1,9 kgCO₂eq).

Tableau 17 : Qualité nutritionnelle et empreinte carbone des menus servis de Janvier à Juin 2023

	Semestre avec un menu végétarien hebdomadaire (n = 123)	Semestre avec deux menus végétariens hebdomadaires (n = 123)	p ¹
Poids (g)	475,7 (69,4)	476,7 (69,3)	0,910
Energie (% AET ²)	33,3 (6,2)	33,2 (6,3)	0,826
EGES (kgCO ² eq)	1,9 (1,2)	1,6 (1,2)	0,023
MAR/2000 kcal (%)	87,5 (5,4)	86,7 (5,9)	0,291
MER/2000 kcal (%)	19,5 (15,5)	19,0 (15,7)	0,808
Protéines (%AR ³)	374,5 (102,9)	346,8 (100,2)	0,033
Fibres (%AR)	215,5 (73,7)	246,4 (101,2)	0,007
Vitamine B1 (%AR)	138,6 (78,1)	142,8 (79,0)	0,680
Vitamine B2 (%AR)	104,8 (46,2)	105,3 (50,1)	0,931
Vitamine B3 (%AR)	182,4 (105,0)	156,1 (102,4)	0,047
Vitamine B6 (%AR)	177,8 (69,8)	175,0 (72,8)	0,759
Vitamine B9 (%AR)	164,8 (81,9)	193,3 (126,3)	0,037
Vitamine B12 (%AR)	322,0 (297,8)	254,0 (224,4)	0,044
Vitamine C (%AR)	81,0 (68,0)	81,3 (66,9)	0,974
Vitamine D (%AR)	87,3 (74,0)	81,8 (65,7)	0,532
Vitamine E (%AR)	124,5 (58)	128,5 (64,4)	0,609
Vitamine A (%AR)	258,4 (260,0)	255,6 (262,9)	0,934
Calcium (%AR)	80,0 (22,6)	82,2 (22,8)	0,437
Potassium (%AR)	103,0 (29,4)	102,1 (28,5)	0,799
Fer (%AR)	128,2 (66,3)	131,2 (65,9)	0,729
Magnésium (%AR)	141,2 (44,9)	143,0 (46,3)	0,768
Zinc (%AR)	121,5 (65,6)	113,7 (57,1)	0,320
Cuivre (%AR)	178,5 (72,5)	187,6 (75,8)	0,334
Iode (%AR)	204,2 (101,8)	197,3 (83,4)	0,559
Sélénium (%AR)	550,7 (153,8)	549,5 (150,2)	0,950
LA (%AR)	92,4 (47,5)	95,2 (52,5)	0,663
ALA (%AR)	57,7 (58,7)	55,3 (54,8)	0,738
DHA (%AR)	141,4 (182,0)	119,7 (163,2)	0,325
AGS (%VMR ³)	113,1 (47,3)	109,5 (49,4)	0,557
Sel (%VMR)	118,4 (38,0)	116,5 (40,2)	0,694
Sucres totaux (%VMR)	85,1 (29,8)	86,2 (29,4)	0,778

Les valeurs présentées sont les moyennes et les écart-types (ET). En vert : les 23 nutriments à favoriser utilisés dans le calcul du MAR/2000 kcal ; en rouge : les 3 nutriments à limiter utilisés dans le calcul du MER/2000 kcal.

¹Les tests de Student ont été effectués pour comparer le cycle de menus avec un seul menu végétarien hebdomadaire vs. celui avec deux menus végétariens hebdomadaires (différence significative si : $p < 0,05$ pour les indicateurs, $p < 0,002$ pour les nutriments). ²AET : apports énergétiques totaux sur une journée (2 000 kcal).

³ANC : Apports nutritionnels conseillés pour les enfants âgés de 4 à 13 ans fréquentant l'école primaire en France (Poinsot et al., 2022 ; Vieux et al., 2018). ⁴Vitamine A (µg) = rétinol + bêta-carotène. ⁵Acide linoléique (LA). ⁶Acide alpha-linolénique (ALA). ⁷Acide docosahexaénoïque (DHA). ⁸Acides gras saturés (AGS). ⁹VMR : valeurs maximales recommandées pour les enfants âgés de 4 à 12 ans (ANSES, 2012b, 2019, 2021c). Les teneurs en nutriments sont données pour un repas de 2 000 kcal. ¹⁰Sucres totaux (g) = fructose + glucose + maltose + saccharose. En gras, %AR<100%, ou %LMR>100% (test de Student, $p < 0,002$).

Sur un total de 8 000 convives, 7 200 enfants avaient un menu végétarien par semaine alors que 800 enfants avaient opté pour un deuxième menu végétarien hebdomadaire (**Tableau 18**). L’empreinte carbone totale des menus servis était de 1 877 tCO₂eq pour la période de Janvier à Juin 2023. Si deux menus végétariens avaient été servis à l’ensemble des enfants (n = 8 000), l’empreinte carbone totale aurait été de 1 568 tCO₂eq. Ainsi, le passage à deux menus végétariens hebdomadaires pour l’ensemble des convives aurait permis d’économiser 309 tCO₂eq sur les six mois (soit 16%).

Tableau 18 : Nombre d’enfants ayant opté pour un ou deux menus végétariens hebdomadaires au premier semestre 2023 et empreinte carbone associée

	Semestre avec un menu végétarien hebdomadaire	Semestre avec deux menus végétariens hebdomadaires
Somme des EGES (kgCO₂eq)	239	196
Nombre de convives / jour	7 200	800
Total	1 720 800 kgCO ₂ eq	1 568 000 kgCO ₂ eq

3.1.4 Analyse des menus végétariens et non-végétariens, à 4 ou 5 composantes

Le **Tableau 19** présente la qualité nutritionnelle et l’empreinte carbone des quatre catégories de menus servis par la restauration scolaire de Dijon sur les années 2019, 2021-2022 et 1^{er} semestre 2023 (données agrégées). Parmi les menus à 4 composantes (n = 163), 39% ne possédaient pas d’entrée et 61% ne possédaient pas de dessert. Parmi les menus végétariens à 4 composantes, 71% possédaient un plat à base d’aliments végétaux (versus 46% dans les menus végétariens à 5 composantes). Les menus végétariens à 4 composantes possédaient l’empreinte carbone la plus faible (0,6 (ET 0,2)), sans différence significative avec les menus végétariens à 5 composantes (0,9 (ET 0,3)). Le MAR/2 000 kcal était significativement différent entre les menus non-végétariens à 5 composantes (89,5% (ET 4,1)), les menus non-végétariens à 4 composantes et les menus végétariens à 5 composantes (86,3% (ET 4,3) ; 86,7% (ET 6,5), respectivement, non différents entre eux), et les menus végétariens à 4 composantes (82,8% (ET 6,6)). Le MER/2 000 kcal était significativement plus faible pour les menus à 4 composantes par rapport aux menus à 5 composantes (végétariens ou non). Tous les menus avaient des taux de couverture <100% en : vitamine C, calcium, ALA, et vitamine D (excepté pour les menus non-végétariens à 5 composantes pour ce dernier nutriment). Les menus à 4 composantes avaient des teneurs plus faibles en vitamine C par rapport aux menus à 5 composantes. Le DHA était en déficit dans les menus végétariens (sans différence significative par rapport aux menus non-végétariens). Le potassium et le zinc étaient en déficit dans les menus végétariens à 5 composantes, sans différence significative par rapport aux menus végétariens à 4 composantes. En ce qui concerne les nutriments à limiter, les menus à 5 composantes avaient des teneurs supérieures aux valeurs maximales recommandées pour les AGS et le sel.

Tableau 19 : Qualité nutritionnelle et empreinte carbone des menus selon le type (végétarien ou non-végétarien) et le nombre de composantes (4 ou 5)

	Menus non-végétariens (n = 497)		Menus végétariens (n = 201)		P ¹
	4C (n = 121)	5C (n = 376)	4C (n = 42)	5C (n = 159)	
Poids (g)	485,5 (52,5) ^{ab}	462,1 (69,1) ^a	487,3 (50,3) ^b	464,3 (69,2) ^{ab}	0,001
Energie (% AET ²)	34,2 (5,8) ^a	32,7 (6,4) ^a	31,9 (3,3) ^a	33,1 (6,3) ^a	0,075
EGES (kgCO ₂ eq)	2,3 (1,2) ^a	2,2 (1,0) ^a	0,6 (0,2) ^b	0,9 (0,3) ^b	<0,001
MAR/2000 kcal (%)	86,3 (4,3) ^a	89,5 (4,1) ^b	82,8 (6,6) ^c	86,7 (6,5) ^a	<0,001
MER/2000 kcal (%)	8,3 (10,8) ^a	24,8 (16,7) ^b	5,7 (10,9) ^a	19,6 (14,4) ^b	<0,001
Protéines (%AR ³)	389,7 (92,0) ^a	406,9 (103,1) ^a	333,3 (75,9) ^b	282,4 (60,2) ^c	<0,001
Fibres (%AR)	202,5 (82,0) ^a	204,2 (60,0) ^a	370,9 (110,3) ^b	245,6 (85,3) ^c	<0,001
Vitamine B1 (%AR)	148,1 (74,9) ^a	144,0 (86,5) ^{ab}	146,2 (52,1) ^{ab}	108,5 (40,7) ^b	<0,001
Vitamine B2 (%AR)	109,5 (33,6) ^a	108,5 (40,9) ^a	97,1 (45,4) ^a	97,3 (55,4) ^a	0,020
Vitamine B3 (%AR)	202,0 (89,8) ^a	207,5 (94,8) ^a	103,9 (60,3) ^b	93,4 (53,2) ^b	<0,001
Vitamine B6 (%AR)	200,1 (79,8) ^a	183,6 (62,4) ^a	194,3 (89,4) ^a	136,8 (54,7) ^b	<0,001
Vitamine B9 (%AR)	152,3 (89,1) ^a	161,7 (65,1) ^{ac}	320,5 (211,4) ^b	203,7 (116,4) ^c	<0,001
Vitamine B12 (%AR)	363,8 (336,7) ^a	381,7 (283,5) ^a	94,0 (72,2) ^b	154,3 (82,5) ^b	<0,001
Vitamine C (%AR)	55,3 (58,7) ^a	91,4 (70,5) ^b	58,9 (62,9) ^{ab}	84,7 (67,8) ^{ab}	<0,001
Vitamine D (%AR)	83,9 (75,3) ^a	94,6 (74,6) ^a	62,8 (50,1) ^a	73,7 (51,3) ^a	0,001
Vitamine E (%AR)	109,7 (59,3) ^a	138,9 (57,2) ^{ab}	114,1 (72,9) ^a	153,7 (67,7) ^b	<0,001
Vitamine A ⁴ (%AR)	147,0 (169,0) ^{ac}	317,1 (311,0) ^b	92,8 (104,4) ^c	281,1 (281,3) ^{ba}	<0,001
Calcium (%AR)	72,9 (20,0) ^{ab}	79,8 (25,6) ^a	85,7 (19,6) ^b	90,7 (24,6) ^b	<0,001
Potassium (%AR)	108,8 (32,7) ^a	106,2 (27,3) ^{ab}	93,6 (23,1) ^{bc}	87,8 (25,1) ^c	<0,001
Fer (%AR)	115,4 (39,6) ^a	135,3 (71,3) ^a	139,4 (33,8) ^a	115,7 (44,3) ^a	0,0002
Magnésium (%AR)	151,3 (54,2) ^{ab}	139,8 (42,8) ^b	170,5 (48,6) ^a	131,8 (38,1) ^b	<0,001
Zinc (%AR)	133,1 (63,4) ^a	128,1 (65,6) ^a	107,0 (21,8) ^{ab}	86,5 (19,3) ^b	<0,001
Cuivre (%AR)	171,8 (38,5) ^a	177,3 (84,9) ^a	230,6 (35,1) ^b	188,5 (37,9) ^a	<0,001
Iode (%AR)	205,7 (107,0) ^a	213,8 (110,2) ^a	185,0 (57,5) ^a	191,8 (63,2) ^a	0,056
Sélénium (%AR)	547,8 (179,1) ^a	556,5 (171,2) ^a	581,6 (133,3) ^a	554,2 (167,3) ^a	0,740
LA ⁵ (%AR)	99,8 (54,0) ^a	96,5 (43,2) ^a	89,6 (57,1) ^a	113,7 (49,2) ^a	0,001
ALA ⁶ (%AR)	61,9 (70,0) ^a	60,4 (54,1) ^a	40,9 (16,3) ^a	54,4 (36,6) ^a	0,084
DHA ⁷ (%RDI)	125,1 (133,7) ^a	160,2 (217,9) ^a	72,3 (40,7) ^a	90,8 (34,4) ^a	<0,001
AGS ⁸ (%VMR ⁹)	86,9 (34,8) ^a	128,8 (46,2) ^b	67,0 (30,7) ^a	115,9 (42,8) ^b	<0,001
Sel (%VMR)	100,4 (34,4) ^{ac}	128,1 (38,8) ^b	93,4 (42,4) ^c	116,1 (32,8) ^{ab}	<0,001
Sucres totaux ¹⁰ (%VMR)	69,5 (21,6) ^a	86,7 (30,1) ^{bc}	72,8 (18,6) ^{ab}	93,7 (29,5) ^c	<0,001

Les valeurs présentées sont les moyennes et les écart-types (ET). En vert : les 23 nutriments à favoriser utilisés dans le calcul du MAR/2000 kcal ; en rouge : les 3 nutriments à limiter utilisés dans le calcul du MER/2000 kcal. ¹Tests d'effets fixes de type III avec effet de la catégorie du plat principal dans les modèles ANOVA comprenant : le poids, les EGES, le MAR/2 000 kcal, le MER/2 000 kcal, l'apport énergétique et la teneur en nutriments comme variables dépendantes. Les mêmes chiffres indiquent l'absence de différence significative entre les catégories (comparaisons post hoc, différence significative si : $p < 0,05$ pour les indicateurs, $p < 0,002$ pour les nutriments). ²AET : apports énergétiques totaux sur une journée (2 000 kcal). ³ANC : Apports nutritionnels conseillés pour les enfants âgés de 4 à 13 ans fréquentant l'école primaire en France (Poinot et al., 2022 ; Vieux et al., 2018). ⁴Vitamine A (µg) = rétinol + bêta-carotène. ⁵Acide linoléique (LA). ⁶Acide alpha-linolénique (ALA). ⁷Acide docosahexaénoïque (DHA). ⁸Acides gras saturés (AGS). ⁹VMR : Valeurs maximales recommandées pour les enfants âgés de 4 à 12 ans (ANSES, 2012b, 2019, 2021c). Les teneurs en nutriments sont données pour un repas de 2 000 kcal. ¹⁰Sucres totaux (g) = fructose + glucose + maltose + saccharose. En gras, %AR<100%, ou %VMR>100% (test de Student, $p < 0,002$).

Ces résultats indiquent que les menus à 4 composantes doivent être formulés avec soin pour éviter d'en limiter l'équilibre nutritionnel, surtout s'ils sont végétariens.

Cette analyse a mis en évidence que les menus servis par la restauration scolaire de la Ville de Dijon, qu'ils soient végétariens ou non, présentaient une bonne qualité nutritionnelle. Les menus végétariens possédaient une empreinte carbone nettement inférieure aux menus à base de viande ou du poisson. Au-delà de ces deux dimensions (nutritionnelle et environnementale), nous avons cherché à savoir si les plats servis par la restauration scolaire de Dijon étaient appréciés des enfants.

3.2 Appréciation des enfants pour les plats principaux

3.2.1 Types de plats

Entre Septembre 2021 et Juin 2022, dans les 38 restaurants scolaires des écoles élémentaires de Dijon, les données d'appréciation ont été collectées pour 125 plats principaux, dont 32 étaient végétariens (22 à base d'œufs et/ou de fromage et 10 à base de végétaux) et 93 non-végétariens (21 plats à base de viande de ruminants, 41 à base de porc ou de volaille et 31 à base de poisson). Les 125 plats principaux étaient composés d'un accompagnement : des féculents (n = 46), des frites (n = 10), des légumes (n = 63) ou des légumineuses (n = 6).

3.2.2 Utilisation des bornes par les enfants

Au total, 208 985 votes ont été collectés au cours de l'année scolaire 2021-2022, avec une moyenne de 1 672 (ET 440) votes par jour sur les 38 restaurants scolaires, permettant de calculer un total de 4 566 scores d'appréciation moyens par plat principal. Après l'exclusion des données considérées comme invalides (taux de réponse <10% ou >100% pour un jour donné), 3 766 observations ont été analysées. Le taux de réponse moyen était de 46% (ET 23). Le score moyen d'appréciation pour l'ensemble des plats principaux était de 3,82 (ET 0,45) ; le score d'appréciation minimal était de 3,22 (ET 0,48, n = 33) pour des galettes de lentilles et du chou-fleur, et le score d'appréciation maximal était de 4,40 (ET 0,33, n = 34) pour des spaghettis à la bolognaise. La liste de l'ensemble des plats principaux avec leurs scores d'appréciation moyens est disponible en **Annexe 17**.

3.2.3 Appréciation des enfants pour les plats végétariens et non-végétariens

La comparaison des moyennes ajustées en fonction de la catégorie de l'accompagnement a montré que les plats végétariens (3,89, IC 95% [3,83;3,94]) et non-végétariens (3,91, IC 95% [3,85;3,96]) étaient appréciés de manière équivalente par les enfants (**Figure 10**). Néanmoins, il existait des différences par catégories. Les plats à base de porc ou de volaille étaient les plus appréciés (3,96, IC 99,5% [3,88;4,04]), suivis des plats à base d'œufs et/ou de fromage (3,96, IC 99,5% [3,87;4,04]), des plats à base de poisson (3,87, IC 99,5% [3,78;3,95]), et des plats à base de viande de ruminants (3,84, IC 99,5% [3,76;3,93]). Les plats les moins appréciés étaient les plats végétaliens (3,74, IC 99,5% [3,64;3,84]) (**Figure 11**). En ce qui concerne les accompagnements, les frites étaient les plus appréciées (4,19, IC 99,5% [4,10;4,29]), suivies des féculents (3,91, IC 99,5% [3,84;3,99]) et des légumineuses (3,72, IC 99,5% [3,61;3,83]), puis des légumes (3,66, IC 99,5% [3,59;3,74]) (**Figure 12**).

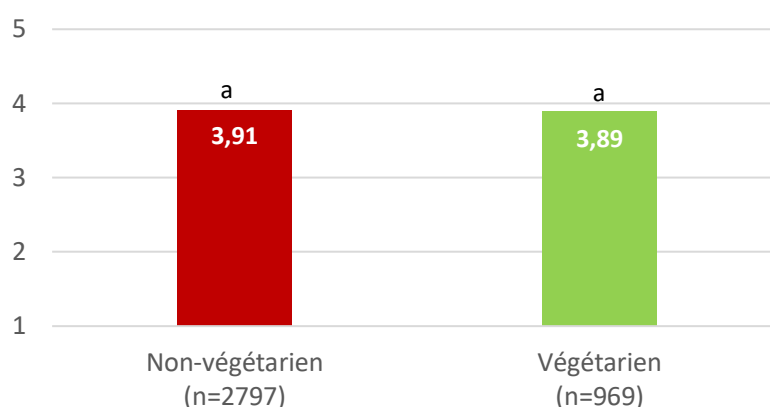


Figure 10 : Scores moyens d'appréciation pour les plats végétariens et non-végétariens, ajustés en fonction de la catégorie d'accompagnement avec un effet aléatoire du restaurant scolaire. Les barres d'erreur représentent les erreurs standard. Les moyennes portant la même lettre ne présentent pas de différences significatives, $p < 0,05$.

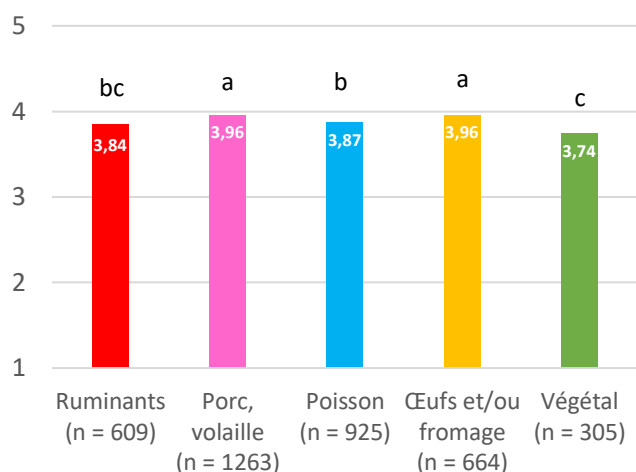


Figure 11 : Scores moyens d'appréciation pour les catégories de composantes protéiques, ajustés en fonction de la catégorie d'accompagnement avec un effet aléatoire du restaurant scolaire. Les moyennes portant la même lettre ne présentent pas de différences significatives, $p < 0,005$.

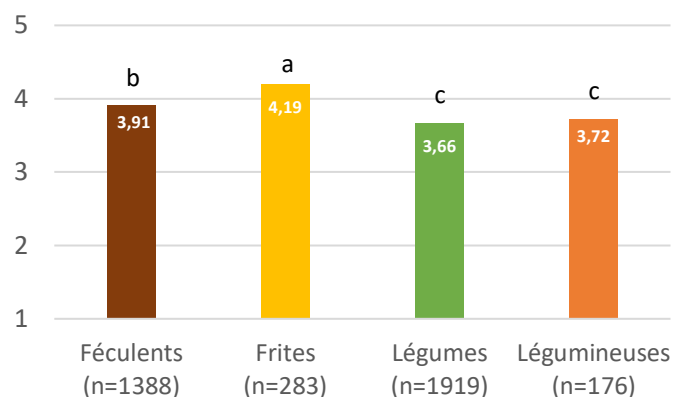


Figure 12 : Scores moyens d'appréciation pour les catégories d'accompagnements, ajustés en fonction de la catégorie de la composante protéique avec un effet aléatoire du restaurant scolaire. Les moyennes portant la même lettre ne présentent pas de différences significatives, $p < 0,005$.

3.2.4 Appréciation en fonction du contexte socio-économique

Le prix moyen du repas payé par les familles (désigné plus simplement comme « prix du repas » dans ce paragraphe) dans les 38 restaurants scolaires était de 2,85€ (ET 0,83), avec un minimum de 1,34€ et un maximum de 4,32€. Dans le modèle testant l'effet du type de plat principal (végétarien ou non-végétarien) et du prix du repas, ajusté en fonction de la catégorie d'accompagnement, les scores d'appréciation n'étaient pas influencés par le type de plat ($F(1,3722) = 2,64$, $p=0,104$), mais étaient significativement influencés par le prix du repas ($F(1,3722) = 7,96$, $p=0,005$), et l'interaction entre le type de plat et le prix du repas était significative ($F(1,3719) = 3,96$, $p=0,047$). Des scores d'appréciation plus élevés ont été obtenus dans les écoles avec un niveau socio-économique faible, et les comparaisons des moyennes estimées à différents prix de repas ont indiqué que les repas végétariens avaient tendance à être plus appréciés que les repas non-végétariens dans les écoles avec un contexte socio-économique moins favorisé, tandis que c'était l'inverse dans les écoles avec un contexte socio-économique plus élevé (**Figure 13**).

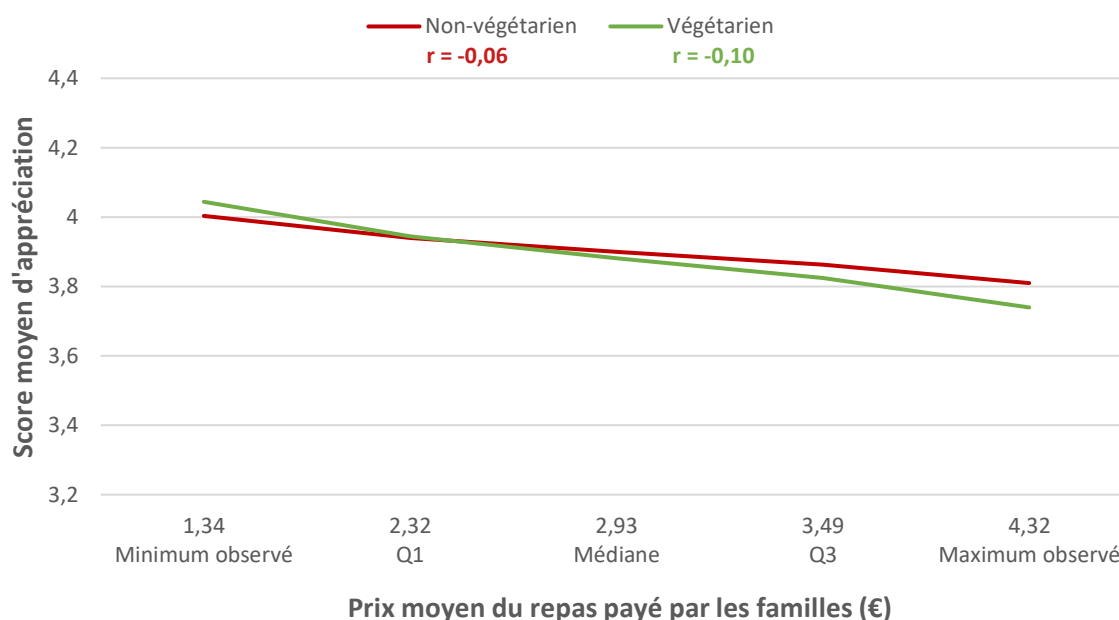


Figure 13 : Scores moyens d'appréciation estimés pour les menus végétariens et non-végétariens à différents prix moyens du repas payé par les familles

Dans le modèle testant l'effet de la catégorie de la composante protéique, de la catégorie d'accompagnement et du prix du repas, les scores d'appréciation étaient influencés par la catégorie de la composante protéique ($F(4,3713) = 3,54, p=0,007$), la catégorie d'accompagnement ($F(3,3713) = 4,44, p=0,004$) et le prix du repas ($F(1,3713) = 4,59, p=0,032$). Les interactions entre la catégorie de la composante protéique et le prix du repas ($F(4,3713) = 4,91, p<0,001$) et entre la catégorie d'accompagnement et le prix du repas ($F(3,3713) = 3,24, p=0,021$) étaient toutes deux significatives. Des scores d'appréciation plus élevés ont été obtenus dans les écoles avec un contexte socio-économique faible, et les comparaisons des moyennes estimées à différents prix de repas ont indiqué que les scores d'appréciation pour les catégories de composantes protéiques et d'accompagnements variaient en fonction du contexte socio-économique. Pour la catégorie de la composante protéique, les plats à base de viande de ruminants, de porc ou de volaille étaient parmi les moins appréciés dans les écoles avec un contexte socio-économique faible, mais parmi les plus appréciés dans les écoles avec un contexte socio-économique plus élevé. Les plats végétaliens étaient ceux pour lesquels la différence d'appréciation était la plus marquée selon le contexte socio-économique (**Figure 14**). Pour les accompagnements, les différences d'appréciation entre les frites et les autres catégories, ainsi qu'entre les féculents et les légumes, étaient plus importantes dans les écoles avec un contexte socio-économique plus élevé que dans les autres écoles. Les légumes étaient la catégorie pour laquelle la différence d'appréciation selon le contexte socio-économique était la plus marquée, de plus ils étaient moins appréciés dans les écoles de contexte socio-économique plus élevé que les autres accompagnements (**Figure 15**).

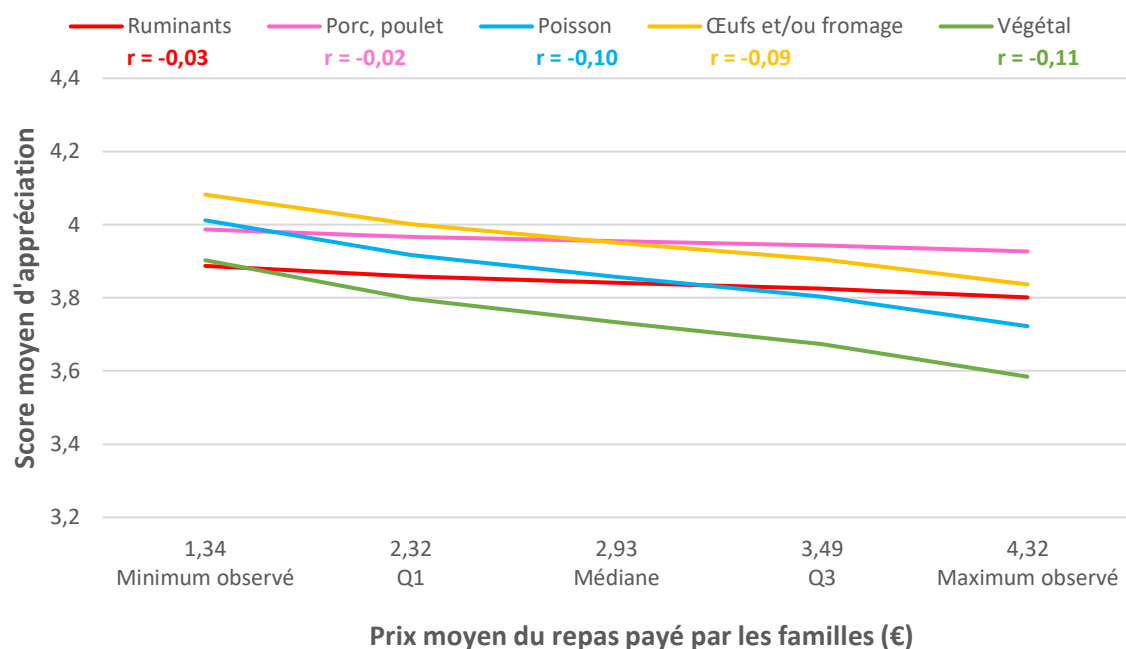


Figure 14 : Scores moyens d'appréciation estimés pour les catégories de composantes protéiques à différents prix moyens du repas payés par les familles

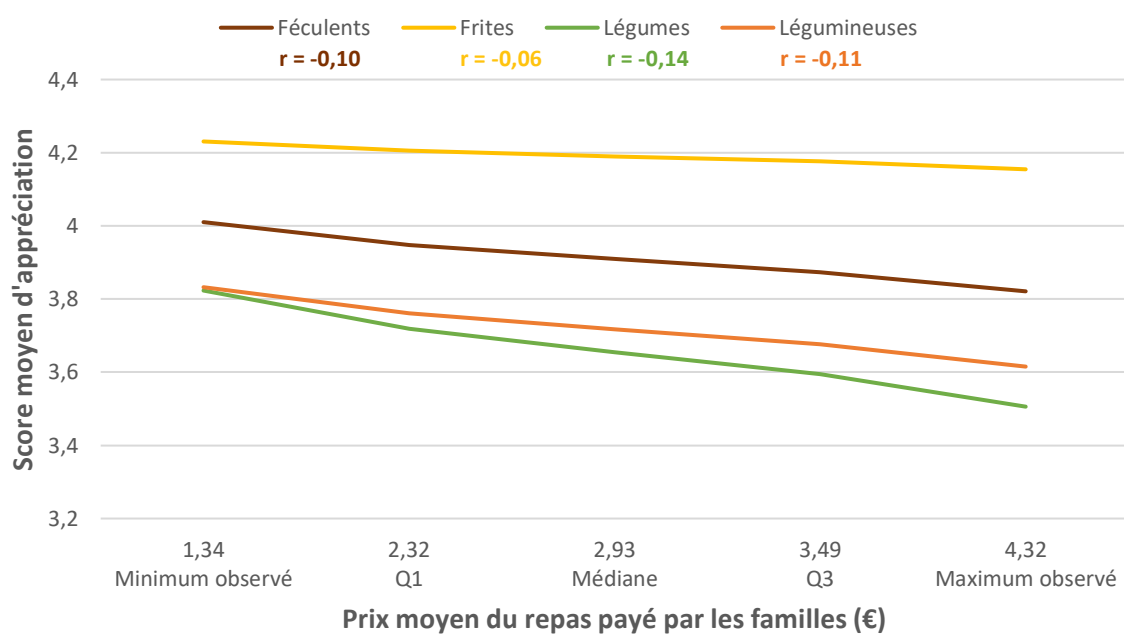


Figure 15 : Scores moyens d'appréciation estimés pour les catégories d'accompagnements à différents prix moyens du repas payés par les familles

3.2.5 Appréciation, qualité nutritionnelle et empreinte carbone des plats

Le score FSA moyen pour l'ensemble des 125 plats principaux étudiés dans cette partie était de 1,48 (ET 4,45), avec un minimum de -6,0 pour un plat à base de riz aux lentilles et un maximum de 17,5 pour un pané moelleux nature avec flan de courgettes. L'empreinte carbone moyenne était de 1,30 kgCO₂eq (ET 0,92), avec un minimum de 0,18 kgCO₂eq pour une galette de pois chiches avec du boulgour et un maximum de 4,08 kgCO₂eq pour un ragoût de bœuf avec gratin de courgettes. Le score FSA et l'empreinte carbone n'étaient pas significativement corrélés (corrélation de Pearson $r = 0,09$, $p=0,337$). Le score FSA était positivement corrélé à l'appréciation, indiquant que les enfants préféraient les plats moins sains ($r = 0,26$, $p=0,004$), tandis que l'empreinte carbone n'était pas corrélée à l'appréciation ($r = -0,06$, $p=0,518$).

La **Figure 16** présente le score FSA (axe des abscisses) et l'empreinte carbone (axe des ordonnées) pour chaque plat en fonction de la catégorie du plat principal. En moyenne, les plats avec l'empreinte carbone la plus élevée étaient à base de viande de ruminants, tandis que les plats les moins intéressants d'un point de vue nutritionnel étaient à base de porc et/ou volaille et d'œufs et/ou de fromage. Les plats à base de poisson avaient une qualité nutritionnelle et une empreinte carbone intermédiaires, tandis que certains plats végétaliens combinaient une bonne qualité nutritionnelle et une faible empreinte carbone. Des plats très appréciés ont été observés dans toutes les catégories, ce qui laisse du choix pour sélectionner des plats permettant d'améliorer la qualité nutritionnelle et de réduire l'empreinte carbone tout en maintenant une appréciation élevée de la part des enfants qui déjeunent dans les restaurants scolaires de Dijon.

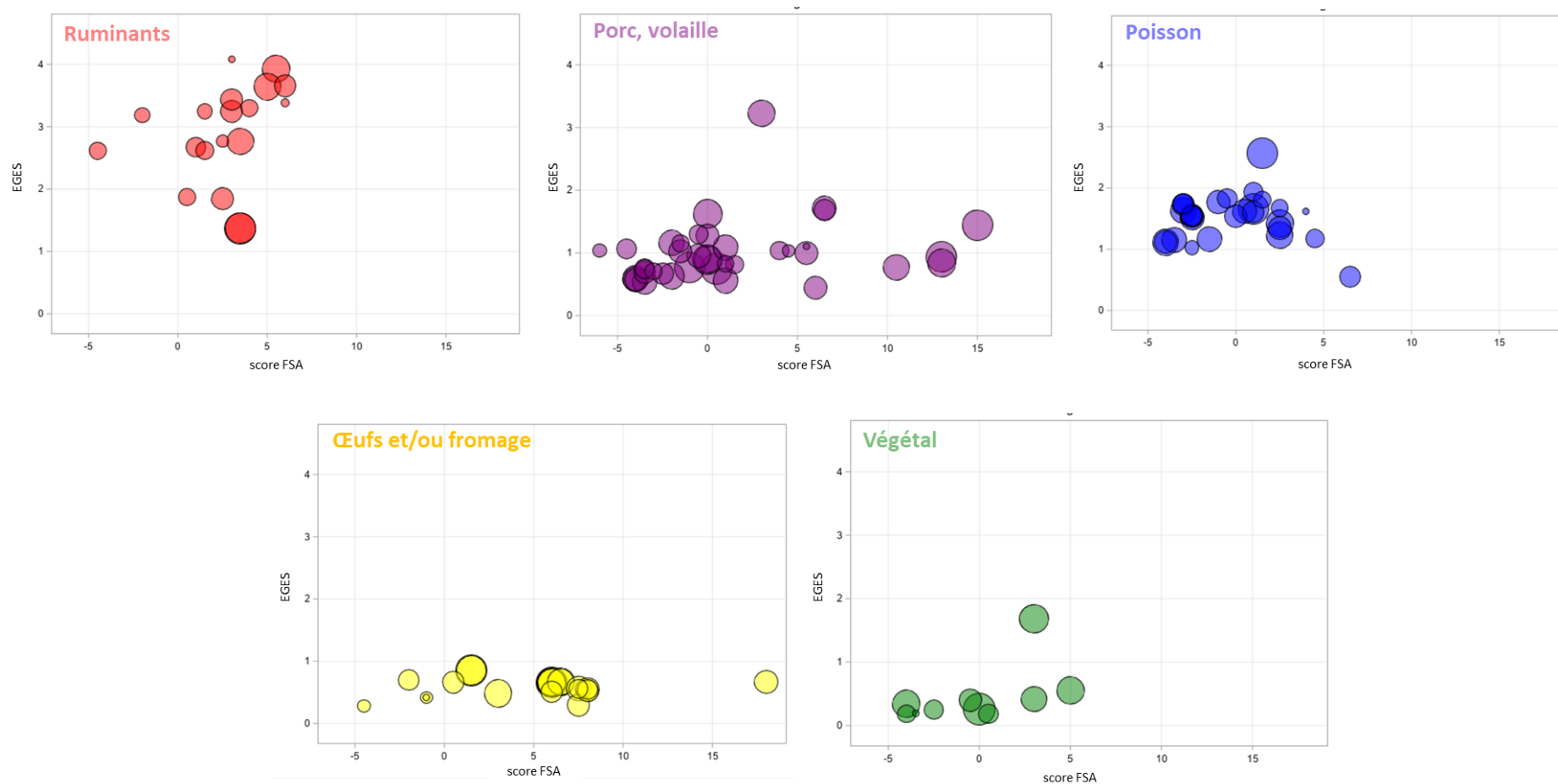


Figure 16 : Qualité nutritionnelle, empreinte carbone et score moyen d'appréciation pour chaque catégorie du plat principal

Légende : un diamètre plus grand indique une appréciation plus élevée

3.2.6 Appréciation et gaspillage alimentaire

Les restes moyens par enfant mesurés sur 12 plats servis en Mai 2022 sont présentés en **Figure 17**. Les restes d’accompagnements étaient environ deux fois plus importants que les restes de la composante protéique du plat principal. En sommant les deux composantes du plat principal (composante protéique et accompagnement), le gaspillage alimentaire était en moyenne de 45 g/convive, ce qui représente environ la moitié du gaspillage total (soit la somme de toutes les composantes du menu) relevé par la Ville de Dijon en 2022 (soit 80g par repas et par enfant, pain compris).

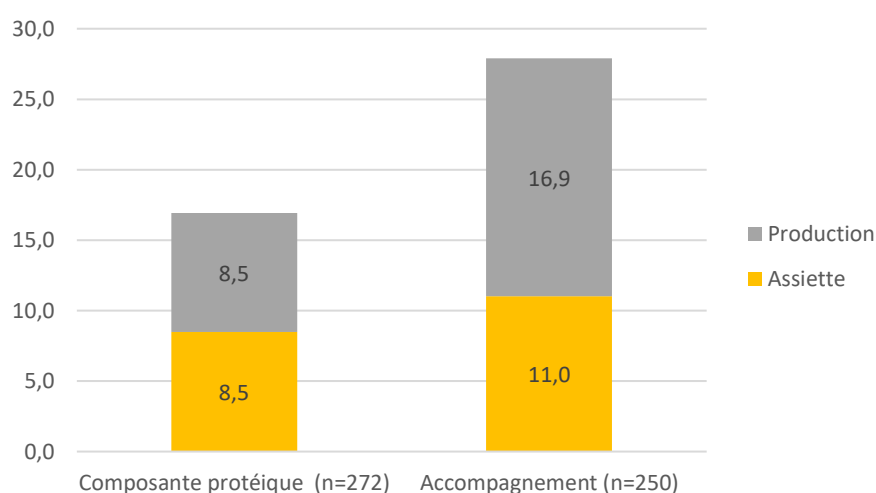


Figure 17 : Restes moyens par enfant (en g) en fonction des deux composantes du plat principal

Légende : les mesures ont été réalisées sur 12 plats différents servis entre le 5 et le 25 Mai 2022 sur les restaurants scolaires de Dijon

La courbe de régression entre la moyenne d’appréciation et le gaspillage alimentaire est présentée en **Figure 18**. L’appréciation et les restes alimentaires moyens par enfant étaient corrélés négativement ($r = -0,30$, $p < 0,001$), ce qui signifie que le gaspillage alimentaire a tendance à diminuer lorsque l’appréciation augmente (et vice versa). Seulement 9% de la variance du gaspillage alimentaire pouvait être expliquée par l’appréciation moyenne ($R^2 = 0,09$), ce qui indique que d’autres éléments non étudiés ici entrent en jeu dans la détermination du gaspillage.

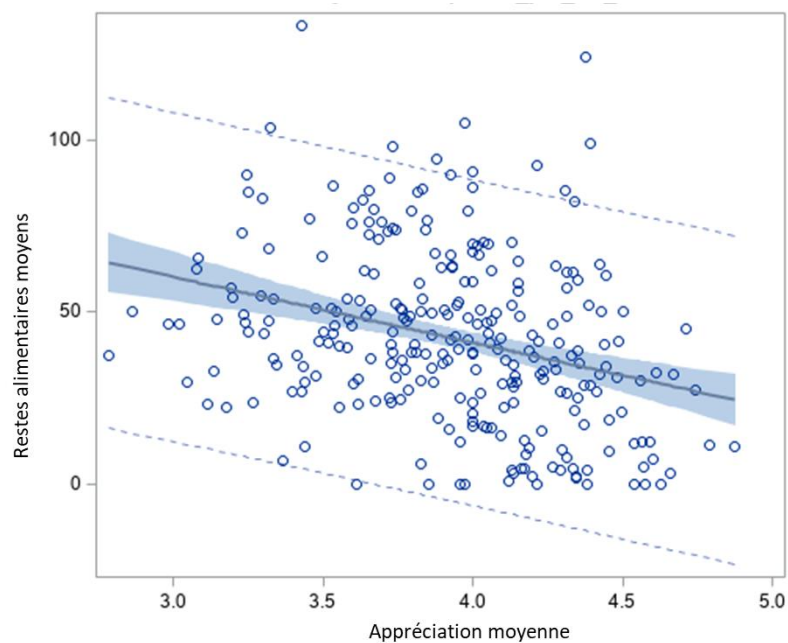


Figure 18 : Corrélation entre l'appréciation moyenne et les restes alimentaires moyens ($n = 272$)

Les plats végétariens étaient tout autant appréciés que les plats à base de viande ou de poisson par les enfants. Néanmoins, les plats à base d'aliments végétaux (notamment les légumes et les légumineuses) étaient moins appréciés que les plats à base d'œufs et/ou fromage. De plus, nous avons montré que les repas végétariens étaient légèrement plus appréciés que les plats à base de viande ou de poisson dans les écoles avec un contexte socio-économique moins favorisés. Ainsi, nous nous sommes intéressées aux choix des parents quant à l'augmentation des repas végétariens en restauration scolaire, en analysant leurs caractéristiques socio-démographiques et leurs motivations en termes de choix alimentaires.

3.3 Augmentation de l'offre végétarienne en restauration scolaire : caractéristiques et motivations des parents

3.3.1 Participants

Parmi les 6 789 parents qui ont reçu le lien vers l'enquête par SMS, 909 ont rempli la Partie 1 et la Partie 2 du questionnaire (pour 1 261 enfants), et 668 ont également complété la Partie 3 (pour 921 enfants) présentées comme facultative. Les caractéristiques des participants sont présentées dans le **Tableau 20**. Concernant les caractéristiques des enfants, il y avait presque autant de filles (51%) que de garçons (49%), et 60% des enfants étaient à l'école élémentaire. En moyenne, sur 5 jours d'école, les enfants fréquentaient la cantine entre 3 et 4 fois par semaine, et 30% étaient inscrits au repas sans porc. Les parents répondants étaient principalement des femmes (80%), avec un âge moyen de 39 ans (ET 5,6), et 78% vivaient en couple. Les parents avaient en moyenne 2 enfants à charge, et la majorité avait un niveau d'éducation élevé (>BAC+3) et un niveau de catégorie socio-professionnelle (CSP) moyen. En ce qui concerne les habitudes alimentaires, 57% des parents se déclaraient omnivores (59% pour leurs enfants), 38% flexitariens (36% pour leurs enfants) et 5% végétariens (idem pour leurs enfants). Pour tous les parents, les critères les plus importants en termes de choix alimentaires pour leur foyer étaient « bons à manger » (6,41, ET 0,92) et « bons pour la santé » (6,40, ET 0,92).

Les caractéristiques socio-démographiques des parents de l'échantillon ont été comparées aux données disponibles pour l'ensemble des parents ayant des enfants inscrits à la restauration scolaire de Dijon en 2022, à savoir : le niveau scolaire de l'enfant (maternelle ou primaire), le type de repas (classique ou sans porc), la situation familiale (seul ou en couple), le nombre d'enfants à charge et la catégorie professionnelle (voir **Annexe 18**). Dans notre échantillon, les parents ayant un niveau de CSP peu élevé étaient sous-représentés (5% vs. 27% dans la population totale), tandis que les parents ayant un niveau de CSP élevé étaient sur-représentés (44% vs. 20%).

Tableau 20 : Caractéristiques des participants à l'enquête sur l'augmentation de la fréquence de repas végétariens en restauration scolaire

		N	Moyenne (ET) ou fréquence (%)
Partie 1 : Au niveau de chaque enfant	Genre de l'enfant, fréquence (%)	1261	
	<i>Fille</i>		644 (51)
	<i>Garçon</i>		612 (48)
	<i>Autre¹</i>		5 (1)
	Niveau scolaire de l'enfant, fréquence (%)	1261	
	<i>Maternelle</i>		507 (40)
	<i>Primaire</i>		730 (58)
	<i>Autre¹</i>		24 (2)
	Fréquentation de la restauration scolaire (nb/semaine), moyenne (ET)	1261	3,7 (1,1)
	Type de repas, fréquence (%)	1261	
Partie 2 : Au niveau des parents	<i>Classique</i>		873 (69)
	<i>Sans porc</i>		373 (30)
	<i>Autre¹</i>		15 (1)
	Genre du parent répondant, fréquence (%)	908 ²	
	<i>Femme</i>		726 (80)
	<i>Homme</i>		179 (20)
	<i>Autre¹</i>		3 (0)
	Age du parent répondant (année), moyenne (ET)	878 ²	38,7 (5,9)
	Situation familiale, fréquence (%)	909	
	<i>En couple</i>		705 (77)
	<i>Célibataire</i>		198 (22)
	<i>Autre¹</i>		6 (1)
	Nombre d'enfants à charge, moyenne (ET)	907 ²	1,9 (0,8)
	Nombre d'enfants inscrits à la restauration scolaire, moyenne (ET)	909	1,4 (0,6)
	Niveau d'études, fréquence (%)	908 ²	
Partie 3 : Au niveau du foyer familial	<i>Faible</i>		113 (12)
	<i>Moyen</i>		298 (33)
	<i>Elevé</i>		497 (55)
	Niveau de la catégorie socio-professionnelle, fréquence (%)	909	
	<i>Faible</i>		45 (5)
	<i>Moyen</i>		462 (51)
	<i>Elevé</i>		402 (44)
	Régime alimentaire des parents, fréquence (%)	668	
	<i>Omnivore</i>		379 (57)
	<i>Flexitarien</i>		253 (38)
	<i>Pesco-végétarien</i>		22 (3)
	<i>Végétarien</i>		11 (1,6)
	<i>Végane</i>		3 (0,4)
	Régime alimentaire des enfants, fréquence (%)	668	
	<i>Omnivore</i>		395 (59)
	<i>Flexitarien</i>		239 (36)
	<i>Pesco-végétarien</i>		22 (3,3)
	<i>Végétarien</i>		11 (1,6)
	<i>Végane</i>		1 (0,1)
	Motivations en termes de choix alimentaires, moyenne (ET)	668	
	<i>Bons à manger</i>		6,41 (0,92)
	<i>Bons pour la santé</i>		6,40 (0,92)
	<i>Naturels</i>		5,92 (1,31)
	<i>Respectueux de l'environnement</i>		5,62 (1,39)
	<i>Respectueux du bien-être animal</i>		5,45 (1,53)
	<i>Réconfortants</i>		4,44 (1,76)
	<i>Issus du commerce équitable</i>		4,35 (1,71)
	<i>Faciles et rapides à préparer</i>		4,26 (1,70)
	<i>Familiers ou habituels</i>		4,26 (1,68)
	<i>Pas chers</i>		4,06 (1,59)

¹Données exclues des analyses. ² Valeurs manquantes ou réponses incorrectes.

3.3.2 Caractéristiques associées au choix d'un deuxième repas végétarien hebdomadaire

Au total, 49% (IC à 95% [46% ; 52%], n = 1 261) des parents ont répondu « oui » pour que leur enfant bénéficie d'un deuxième repas végétarien hebdomadaire. Comme le montre le **Tableau 21**, les enfants inscrits au repas sans porc, ceux fréquentant moins régulièrement la restauration scolaire et ceux ayant des parents avec un niveau d'éducation plus élevé étaient plus susceptibles d'avoir des parents prêts à choisir un deuxième repas végétarien hebdomadaire (Modèle 1). En ce qui concerne les habitudes alimentaires familiales, les parents se déclarant comme végétariens ou flexitariens étaient plus enclins à opter pour un deuxième repas végétarien hebdomadaire pour leurs enfants par rapport aux parents qui se déclaraient omnivores (Modèle 2). En termes de choix alimentaires, les parents qui étaient davantage motivés par le critère « bons pour l'environnement » étaient plus enclins à choisir un deuxième repas végétarien hebdomadaire pour leurs enfants, tandis que les parents qui étaient motivés par les critères « bons à manger » et « familiers ou habituels » étaient moins enclins à opter pour un deuxième repas végétarien hebdomadaire pour leurs enfants (Modèle 3).

Dans les analyses de sensibilité excluant les réponses « Je ne sais pas » (n = 209), les résultats obtenus étaient similaires hormis la fréquentation de la cantine scolaire qui devenait non-significative, et le critère « bons pour la santé » se révélait associé positivement au choix d'un deuxième repas végétarien hebdomadaire (voir **Annexe 19 A**). De plus, des analyses de sensibilité supplémentaires ont été réalisées en remplaçant le niveau d'éducation par le niveau de la CSP dans les trois modèles principaux. Conformément aux résultats pour le niveau d'éducation, les parents avec une CSP moyenne étaient moins enclins à opter pour un deuxième repas végétarien hebdomadaire pour leurs enfants que les parents avec une CSP élevée (0,44 (IC à 95% [0,33;0,58]; voir **Annexe 19 B**).

Tableau 21 : Caractéristiques associées à la volonté de choisir un deuxième repas végétarien hebdomadaire

Modèle		Rapport de cotes ²	IC 95%
Modèle 1 : Caractéristiques socio-démographiques¹ (n=1175)			
<i>Genre de l'enfant</i>	Fille vs. Garçon	0,99	(0,77-1,27)
<i>Niveau scolaire</i>	Elémentaire vs. Maternelle	0,91	(0,69-1,20)
<i>Fréquentation de la restauration scolaire (nb/semaine)</i>	4 vs. 3	0,82	(0,72-0,94)
<i>Type de repas</i>	Sans porc vs. Classique	8,31	(5,81-11,88)
<i>Genre du parent répondant</i>	Femme vs. Homme	1,15	(0,83-1,60)
<i>Age du parent répondant (âge)</i>	39 vs. 38	1,00	(0,97-1,03)
<i>Situation familiale</i>	En couple vs. Célibataire	1,36	(0,95-1,94)
<i>Nombre d'enfants inscrits à la restauration scolaire</i>	3 vs. 2	0,98	(0,83-1,16)
	Faible vs. Moyen	0,54	(0,33-0,87)
<i>Niveau d'éducation</i>	Faible vs. Elevé	0,26	(0,16-0,42)
	Moyen vs. Elevé	0,48	(0,35-0,66)
Modèle 2 : Régime alimentaire des adultes³ (n=870)		4,91	(3,51-6,87)
	Flexitarien vs. Omnivore	27,58	(6,28-121,12)
	Végétarien vs. Omnivore	5,62	(1,27-24,90)
Modèle 3 : Motivations en termes de choix alimentaires⁴ (n=870)			
<i>Bons à manger</i>	7.4 vs. 6.4	0,73	(0,60-0,89)
<i>Bons pour la santé</i>	7.4 vs. 6.4	1,23	(0,99-1,53)
<i>Naturels</i>	6.9 vs. 5.9	0,97	(0,81-1,14)
<i>Respectueux de l'environnement</i>	6.6 vs. 5.6	1,38	(1,17-1,63)
<i>Respectueux du bien-être animal</i>	6.4 vs. 5.4	1,06	(0,93-1,22)
<i>Réconfortants</i>	5.4 vs. 4.4	1,00	(0,91-1,11)
<i>Issus du commerce équitable</i>	5.3 vs. 4.3	1,10	(0,97-1,23)
<i>Faciles et rapides à préparer</i>	5.2 vs. 4.2	0,92	(0,82-1,02)
<i>Familiers ou habituels</i>	5.3 vs. 4.3	0,83	(0,75-0,92)
<i>Pas chers</i>	5.0 vs. 4.0	0,93	(0,83-1,05)

¹Variables socio-démographiques des parents et des enfants comme variables indépendantes. ²La probabilité modélisée était la volonté de choisir un deuxième repas végétarien hebdomadaire (« oui » par rapport à « non/je ne sais pas »). Les rapports de cotes significatifs avec un $\alpha \leq 5\%$ sont indiqués en gras. ³Le régime alimentaire des adultes en tant que variable indépendante et toutes les variables socio-démographiques des parents et des enfants en tant que variables de contrôle. Le groupe végétarien comprenait les individus pesco-végétariens, lacto-ovo-végétariens et végétaliens. ⁴Les motivations en termes de choix alimentaires en tant que variables indépendantes et toutes les variables socio-démographiques des parents et des enfants en tant que variables de contrôle. Pour les variables quantitatives, la référence était la moyenne, et le rapport des cotes a été calculé en comparant à la moyenne + 1.

3.3.3 Caractéristiques associées à la volonté d'augmenter les repas végétariens

Pour examiner plus en détail les différences entre les familles possédant des niveaux de volonté contrastés sur l'augmentation de la fréquence des repas végétariens dans la restauration scolaire, nous avons analysé une variable à 3 niveaux :

1. Les parents répondant « oui » pour un repas végétarien quotidien (331 enfants (26%)) ;
2. Ceux répondant « non ou je ne sais pas » pour un repas végétarien quotidien et « oui » pour un deuxième repas végétarien hebdomadaire (300 enfants (24%)) ;
3. Ceux répondant « non ou je ne sais pas » pour un repas végétarien quotidien et pour un deuxième repas végétarien hebdomadaire (630 enfants (50%)).

Comme indiqué dans le **Tableau 22**, nous avons montré que le type de repas sans porc était un prédicteur majeur de la volonté d'augmenter la fréquence des repas végétariens à l'école, à la fois pour un deuxième repas végétarien hebdomadaire et pour un repas végétarien quotidien. Une fréquentation plus faible de la restauration scolaire prédisait spécifiquement la volonté de choisir un repas végétarien quotidien. Cela suggère que l'absence d'une option végétarienne quotidienne pourrait être un obstacle à la fréquentation de la restauration scolaire pour certaines familles. Les parents avec un niveau d'éducation élevé étaient plus susceptibles d'opter pour davantage de repas végétariens pour leurs enfants. Enfin, les parents végétariens ou flexitariens étaient plus enclins à souhaiter davantage de repas végétariens pour leurs enfants.

En termes de motivations, les parents pour lesquels le critère « bons à manger » était important étaient moins susceptibles d'opter pour davantage de repas végétariens pour leurs enfants tandis que les parents dont les critères importants étaient « bons pour la santé » et « respectueux du bien-être animal » étaient plus susceptibles d'opter pour un repas végétarien quotidien pour leurs enfants. Enfin, les parents dont le critère « bon pour l'environnement » était important et le critère « familiers ou habituels » peu important étaient plus susceptibles d'inscrire leur enfant pour un deuxième repas végétarien hebdomadaire.

Tableau 22 : Caractéristiques associées à la volonté d'augmenter les repas végétariens

		1 vs. 3 ²		2 vs. 3 ²	
Modèle 1 :					
Caractéristiques socio-démographiques¹ (n=1175)		OR	IC 95%	OR	IC 95%
<i>Genre de l'enfant</i>	Fille vs. Garçon	1,01	(0,71-1,45)	0,92	(0,68-1,23)
<i>Niveau scolaire</i>	Elémentaire vs. Maternelle	0,80	(0,54-1,17)	0,98	(0,70-1,35)
<i>Fréquentation de la restauration scolaire (nb/semaine)</i>	4 vs. 3	0,71	(0,60-0,83)	1,01	(0,85-1,19)
<i>Type de repas</i>	Sans porc vs. Classique	22,96	(15,00-35,16)	2,39	(1,52-3,76)
<i>Genre du parent répondant</i>	Femme vs. Homme	0,97	(0,62-1,53)	1,16	(0,80-1,68)
<i>Age du parent répondant (âge)</i>	39 vs. 38	0,99	(0,95-1,02)	1,03	(0,10-1,05)
<i>Situation familiale</i>	En couple vs. Célibataire	1,02	(0,99-1,05)	1,15	(0,78-1,70)
<i>Nombre d'enfants inscrits à la restauration scolaire</i>	3 vs. 2	1,03	(0,83-1,27)	0,88	(0,72-1,08)
	Faible vs. Moyen	0,38	(0,21-0,69)	0,84	(0,46-1,55)
<i>Niveau d'éducation</i>	Faible vs. Elevé	0,30	(0,16-0,56)	0,31	(0,18-0,56)
	Moyen vs. Elevé	0,80	(0,53-1,21)	0,37	(0,25-0,55)
Modèle 2 : Régime alimentaire des adultes³ (n=870)		11,00	(6,40-18,93)	3,71	(2,57-5,35)
	Végétarien vs. Omnivore	341,1	(40,73->999,9)	17,13	(2,03-144,78)
	Végétarien vs. Flexitarien	31,00	(3,79-253,52)	4,61	(0,54-39,22)
Modèle 3 : Motivations en termes de choix alimentaires⁴ (n=870)					
<i>Bons à manger</i>	7,4 vs. 6,4	0,64	(0,48-0,84)	0,75	(0,60-0,94)
<i>Bons pour la santé</i>	7,4 vs. 6,4	1,43	(1,07-1,92)	1,20	(0,92-1,55)
<i>Naturels</i>	6,9 vs. 5,9	0,89	(0,71-1,12)	1,00	(0,82-1,20)
<i>Respectueux de l'environnement</i>	6,6 vs. 5,6	1,10	(0,87-1,39)	1,49	(1,22-1,81)
<i>Respectueux du bien-être animal</i>	6,4 vs. 5,4	1,48	(1,21-1,80)	0,90	(0,77-1,05)
<i>Réconfortants</i>	5,4 vs. 4,4	1,07	(0,93-1,23)	0,98	(0,88-1,10)
<i>Issus du commerce équitable</i>	5,3 vs. 4,3	1,09	(0,22-1,80)	1,15	(1,01-1,31)
<i>Faciles et rapides à préparer</i>	5,2 vs. 4,2	0,90	(0,77-1,04)	0,95	(0,84-1,07)
<i>Familiers ou habituels</i>	5,3 vs. 4,3	0,93	(0,80-1,07)	0,77	(0,68-0,86)
<i>Pas chers</i>	5 vs. 4	0,87	(0,74-1,02)	0,97	(0,85-1,10)

¹Variables sociodémographiques des parents et des enfants comme variables indépendantes. ²Niveau 1 : « oui » pour un repas végétarien quotidien, Niveau 2 : « non ou je ne sais pas » pour un repas végétarien quotidien et « oui » pour un deuxième repas végétarien hebdomadaire, Niveau 3 : « non ou je ne sais pas » pour un repas végétarien quotidien et pour un deuxième repas végétarien hebdomadaire. Les rapports de cotes (OR) significatifs avec un alpha ≤5% sont indiqués en gras. ³Le régime alimentaire des adultes en tant que variable indépendante et toutes les variables socio-démographiques des parents et des enfants en tant que variables de contrôle. Le groupe végétarien comprenait les individus pesco-végétariens, lacto-ovo-végétariens et végétaliens. ⁴Les motivations en termes de choix alimentaires en tant que variables indépendantes et toutes les variables socio-démographiques des parents et des enfants en tant que variables de contrôle. Pour les variables quantitatives, la référence était la moyenne, et le rapport des cotes a été calculé en comparant à la moyenne +1

3.3.4 Association entre le type de repas, la fréquentation, le prix du repas payé par les parents et la volonté d'augmenter les repas végétariens

Dans notre enquête, nous n'avons pas collecté de données sur le revenu familial. Cependant, nous avons intégré une question sur le prix du repas facturé aux parents qui est déterminé selon leur quotient familial. Comme nous avons obtenu 577 réponses sur 1 261 (ce qui correspond à un taux de réponse de 46%), nous n'avons pas analysé cette donnée jugée trop partielle. Cependant, afin de considérer la variable économique dans notre analyse des déterminants du choix de repas végétariens à la cantine, nous avons repris les données mises à disposition par la Ville de Dijon pour l'ensemble des parents ayant des enfants inscrits à la restauration scolaire de Dijon en 2021 afin de calculer à l'échelle de chaque école (n = 37) le prix moyen du repas payé par les parents (désigné plus simplement comme « prix du repas »). Nous avons aussi calculé le pourcentage d'enfants inscrits au repas sans porc et le taux de fréquentation de la restauration scolaire (= nombre moyen de repas livrés par jour sur l'année 2021/nombre d'enfants inscrits à l'école à la rentrée de septembre 2021) pour confirmer les résultats précédents obtenus via l'enquête. Ces données ont ensuite été croisées avec la proportion de parents ayant répondu « oui » pour un deuxième repas végétarien hebdomadaire calculé pour chaque école, de même pour la proportion de parents ayant répondu « oui » pour un repas végétarien quotidien.

Les résultats des corrélations de Pearson entre ces variables sont disponibles dans le **Tableau 23**. Le pourcentage d'enfants inscrits au repas sans porc était corrélé positivement à la volonté d'opter pour une augmentation de la fréquence des repas végétariens à la cantine. La fréquentation de la restauration scolaire et le prix du repas étaient corrélés négativement à la volonté de choisir un repas végétarien quotidien. Les résultats de la régression linéaire avec le % « oui » pour un deuxième repas végétarien ou le % « oui » pour un repas végétarien quotidien en variable dépendante, et les variables pourcentage de repas sans porc, taux de fréquentation et prix du repas comme variables indépendantes ont permis de conclure que le pourcentage d'enfants inscrits au repas sans porc semblait influencer le plus la volonté d'opter pour davantage de repas végétarien (**Tableau 24**).

Tableau 23 : Corrélation entre % oui pour un deuxième repas végétarien ou pour un repas végétarien quotidien, le % d'enfants inscrits au repas sans porc, le taux de fréquentation et le prix du repas

		% Repas sans porc	Taux de fréquentation	Prix du repas
% oui pour un deuxième repas végétarien	r	0,523	-0,266	-0,453
	p	0,001	0,111	0,005
% oui pour un repas végétarien quotidien	r	0,712	-0,433	-0,614
	p	<0,001	0,007	<0,001

L'unité d'analyse est l'école (n = 37)

Tableau 24 : Résultats de la régression linéaire entre le % oui pour un deuxième repas végétarien ou un repas végétarien quotidien et le % repas sans porc, le taux de fréquentation et le prix du repas

		Valeur du test t	p
% oui pour un deuxième repas végétarien	% repas sans porc	1,90	0,066
	Taux de fréquentation	0,77	0,445
	Prix du repas	0,15	0,881
% oui pour un repas végétarien quotidien	% repas sans porc	2,70	0,011
	Taux de fréquentation	0,47	0,640
	Prix du repas	0,09	0,932

L'unité d'analyse est l'école (n = 37)

Parmi les parents ayant répondu à notre enquête, la moitié souhaitait inscrire leurs enfants à un deuxième repas végétarien hebdomadaire et 26% à un repas végétarien quotidien. Si certaines caractéristiques et motivations ont permis de distinguer les parents qui souhaitent et ceux qui ne souhaitent pas davantage de repas végétariens dans l'offre de la restauration scolaire de Dijon, les premiers à satisfaire sont les enfants. C'est pourquoi nous avons développé un programme d'éducation au goût, en incluant les personnels de la restauration scolaire. Nous avons évalué les effets de ce programme visant à augmenter l'appréciation des enfants pour deux plats végétariens identifiés parmi les moins appréciés.

3.4 Evaluation du programme « Chouette Cantine »

3.4.1 Participants

Au total, 660 enfants âgés de 6 à 11 ans ont participé à l'étude, 338 enfants dans le groupe contrôle et 322 dans le groupe intervention. La répartition entre les filles et les garçons était presque identique dans les deux groupes (**Tableau 25**). La proportion d'enfants scolarisés en classe de CE2, CM1 et CM2 était de 62% dans le groupe intervention et de 56% dans le groupe contrôle. Le nombre d'enfants ayant complété chaque questionnaire avant et après chaque temps fort est disponible dans le **Tableau 26**, avec le nombre moyen d'enfants déjeunant dans les restaurants scolaires.

Tableau 25 : Genre et niveau scolaire des enfants impliqués dans les groupes contrôle et intervention pour l'évaluation du programme « Chouette cantine »

	Groupe contrôle		Groupe intervention	
	N	%	N	%
Genre				
Fille	164	49	162	50
Garçon	174	51	160	50
Niveau scolaire				
CP, CE1	148	44	121	38
CE2, CM1, CM2	190	56	201	62

Tableau 26 : Nombre d'enfants déjeunant dans les restaurants scolaires et nombre d'enfants ayant répondu à chaque questionnaire dans les groupes contrôle et intervention

	Nombre d'enfants ¹	Questionnaire 1			Questionnaire 2			Questionnaire 3		
		Avant	Après	Appariement	Avant	Après	Appariement	Avant	Après	Appariement
Groupe contrôle	313	308	303	282	308	292	274	277	304	262
Groupe intervention	275	267	284	237	265	251	221	260	282	233
Total	588	575	587	519	573	543	495	537	586	495

¹Le nombre d'enfants déjeunant sur les restaurants scolaires est basé sur le nombre moyen de repas servis dans les quatre écoles en Mars et en Mai 2022 transmis par la Ville de Dijon.

3.4.2 Effets mesurés suite au temps fort sur les choux

Les résultats sont présentés dans le **Tableau 27**. Dans le groupe intervention, le score d'appréciation du plat (omelette et chou vert braisé aux petits légumes) était de 3,26 (ET 1,45) avant le temps fort et de 3,21 (ET 1,42) après le temps fort (pas d'évolution, $p=0,72$). Dans le groupe contrôle, l'appréciation pour le chou n'a pas évolué non plus ($p=0,44$). Le score de connaissance sur les choux a augmenté de manière plus importante dans le groupe intervention que dans le groupe contrôle ($F_{\text{temps} \times \text{groupe}} (1,480) = 65,97$; $p < 0,001$). L'envie de goûter le chou vert n'a pas évoluée différemment entre les deux groupes ($F_{\text{temps} \times \text{groupe}} (1,487) = 0$; $p=0,96$). Nous n'avons pas observé d'effet d'interaction entre le temps et le groupe sur l'envie de goûter d'autres aliments (chou rouge, épinards et algues ; voir **Annexe 20 A**). Le pourcentage d'enfants ayant identifié correctement le chou vert avant et après le temps fort n'était pas significativement différent, que ce soit dans le groupe contrôle ou dans le groupe intervention ($F_{\text{temps} \times \text{groupe}} (1,292) = 0,32$; $p=0,57$).

Tableau 27 : Effets mesurés suite au temps fort sur les choux

Tableau 27 : Effets mesures santé au temps fort sur les enfants									
	Avant			Après			Différence après-avant ajustée ¹		p
	N	Moyenne	ET	N	Moyenne	ET	Estimation	IC 95%	
Appréciation²									
Groupe contrôle	159	3,23	1,47	191	3,35	1,39	0,12	[-0,18;0,42]	0,44
Groupe intervention	174	3,26	1,45	172	3,21	1,42	-0,05	[-0,36;0,25]	0,72
Connaissances³									
Groupe contrôle	302	3,29	0,81	291	3,51	0,85	0,26	[0,17;0,35]	<0,001
Groupe intervention	262	3,40	0,83	250	4,20	0,86	0,81	[0,72;0,91]	
Envie de goûter⁴									
Groupe contrôle	306	1,87	1,30	291	1,99	1,35	0,10	[-0,04;0,24]	0,96
Groupe intervention	265	1,85	1,33	251	1,93	1,28	0,09	[-0,06;0,25]	
	N	Freq ⁴	%	N	Freq	%	OR	IC 95%	
Identification⁵									
Groupe contrôle	170	22	13	165	33	20	1,72	[0,93;3,16]	0,57
Groupe intervention	163	33	13	168	28	17	1,33	[0,71;2,51]	

¹Les modèles ont été ajustés en fonction du genre et du niveau scolaire. ²Test de Student, le seuil de significativité a été fixé à 5% pour interpréter la p-value. ³Modèles mixtes linéaires incluant le temps (avant, après), le groupe (contrôle, intervention), l'interaction temps x groupe en tant qu'effets fixes et le participant en tant qu'effet aléatoire. La procédure « proc mixed » a été utilisée (SAS). Le seuil de significativité a été fixé à 5%. La dernière colonne rapporte la p-value associée à l'interaction temps x groupe. ⁴Même modèle que pour connaissances et envie de goûter, ici la procédure « glimmix » a été utilisée (SAS). ⁵Fréquence de bonnes réponses.

3.4.3 Effets mesurés suite au temps fort sur les légumineuses

Les résultats sont présentés dans le **Tableau 28**. Dans le groupe contrôle, le score d'appréciation pour le plat (pané moelleux et haricots rouges à la tomate) était significativement plus élevé après le temps fort (4,11 (ET 1,23)) qu'avant (3,56 (ET 1,56), $p < 0,001$). Dans le groupe intervention, le score d'appréciation n'a pas évolué ($p = 0,85$). Afin de comparer à la tendance générale, nous avons relevé les scores d'appréciation dans les 34 autres restaurants scolaires de Dijon. Nous n'avons pas observé d'évolution significative de la note moyenne d'appréciation : 4,00 (ET 1,35, $n = 1\ 300$) à T0 et 4,08 (ET 1,27, $n = 1\ 345$) à T1. Le score de connaissances sur les légumineuses a augmenté de manière plus importante dans le groupe intervention que dans le groupe contrôle ($F_{\text{temps} \times \text{groupe}} (1,485) = 27,92$; $p < 0,001$). L'envie de goûter les haricots rouges a augmenté de manière significative dans le groupe intervention mais pas dans le groupe contrôle ($F_{\text{temps} \times \text{groupe}} (1,489) = 12,29$; $p < 0,001$). Nous n'avons pas observé d'effet d'interaction entre le temps et le groupe concernant l'envie de goûter à d'autres aliments (lentilles, quinoa et crosnes ; voir **Annexe 20 B**). La proportion d'enfants ayant identifié correctement les haricots rouges après le temps fort a augmenté davantage dans le groupe intervention que dans le groupe contrôle ($F_{\text{temps} \times \text{groupe}} (1,279) = 4,30$; $p = 0,04$).

Tableau 28 : Effet mesurés suite au temps fort sur les légumineuses

Tableau 20 : Effet mesure de santé du temps fort sur les connaissances									
	Avant			Après			Différence après-avant ajustée ¹		<i>p</i>
	N	Moyenne	ET	N	Moyenne	ET	Estimation	IC 95%	
Appréciation²									
Groupe contrôle	186	3,56	1,56	221	4,11	1,23	0,55	[0,27;0,83]	<0,001
Groupe intervention	186	3,76	1,20	187	3,73	1,43	-0,02	[-0,29;0,24]	
Connaissances³									
Groupe contrôle	275	3,70	0,81	300	3,80	0,81	0,10	[0,003;0,20]	<0,001
Groupe intervention	260	3,79	0,88	282	4,23	0,89	0,48	[0,38;0,58]	
Envie de goûter⁴									
Groupe contrôle	277	3,73	1,56	303	3,77	1,60	0,11	[-0,04;0,25]	<0,001
Groupe intervention	260	3,37	1,56	282	3,80	1,52	0,49	[0,33;0,64]	
	N	Freq ⁴	%	N	Freq	%	OR	IC 95%	
Identification⁵									
Groupe contrôle	156	100	64	168	125	74	1,81	[1,09;3,03]	0,04
Groupe intervention	153	105	69	177	157	89	4,19	[2,28;7,69]	

¹Les modèles ont été ajustés en fonction du genre et du niveau scolaire. ²Test de Student, le seuil de significativité a été fixé à 5% pour interpréter la p-value. ³Modèles mixtes linéaires incluant le temps (avant, après), le groupe (contrôle, intervention), l'interaction temps x groupe en tant qu'effets fixes et le participant en tant qu'effet aléatoire. La procédure « proc mixed » a été utilisée (SAS). Le seuil de significativité a été fixé à 5%. La dernière colonne rapporte la p-value associée à l'interaction temps x groupe. ⁴Même modèle que pour connaissances et envie de goûter, ici la procédure « glimmix » a été utilisée (SAS). ⁵Fréquence de bonnes réponses.

3.4.4 Attitude à l'égard des aliments et néophobie alimentaire

L'attitude à l'égard des aliments et la néophobie alimentaire ont été mesurées avant et après les deux temps forts (**Tableau 29**). La mesure des attitudes a montré une diminution significative du score hédonique au fil du temps ($F_{\text{temps}} (1,497) = 24,61 ; p < 0,001$). Cependant, l'interaction entre le groupe et le temps n'était pas significative ($F_{\text{temps} \times \text{groupe}} (1,497) = 0,01 ; p = 0,91$). Ainsi, les participants ont montré une évolution similaire dans leurs attitudes envers les aliments au fil du temps quel que soit le groupe auquel ils appartenaient. Cela pourrait suggérer que d'autres facteurs auraient influencé la diminution du score hédonique, indépendamment des temps forts réalisés dans le cadre du programme « Chouette cantine ».

De même, une diminution significative de la néophobie alimentaire a été observée au fil du temps ($F_{\text{temps}} (1,287) = 14,94 ; p = 0,001$). Cependant, aucune interaction significative entre le groupe et le temps n'a été observée ($F_{\text{temps} \times \text{groupe}} (1,287) = 0,70 ; p = 0,40$). Ainsi, la diminution de la néophobie alimentaire n'a pas été influencée de manière significative par le groupe auquel les enfants appartenaient. Ces effets d'évolution des attitudes hédoniques et de la néophobie alimentaire avec l'âge sont classiquement observés les études.

Tableau 29 : Effet du programme « Chouette Cantine » sur l'attitude et la néophobie alimentaire

Tableau 25 : Effet du programme « Échecette culinaire » sur l'attitude et la néophobie alimentaire									
	Avant			Après			Différence après-avant ajustée ¹		p
	N	Moyenne	ET	N	Moyenne	ET	Estimation	IC 95%	
Score hédonique									
Groupe contrôle	296	77,84	23,00	297	73,28	25,24	-4,26	[-6,64;-1,88]	0,91
Groupe intervention	266	80,63	18,17	283	75,01	23,73	-4,47	[-6,98;-1,96]	
Néophobie alimentaire									
Groupe contrôle	165	3,35	0,85	163	3,18	0,94	-0,20	[-0,33;-0,08]	0,40
Groupe intervention	165	3,39	0,69	178	3,26	0,87	-0,13	[-0,25;0,01]	

¹Modèles mixtes linéaires incluant le temps (avant, après), le groupe (contrôle, intervention), l'interaction temps x groupe en tant qu'effets fixes et le participant en tant qu'effet aléatoire. Les modèles ont été ajustés en fonction du genre et du niveau scolaire. La procédure mixed a été utilisée (SAS). Le seuil de significativité a été fixé à 5%.

3.4.5 Fidélité et satisfaction du dispositif

Le score mesurant la présence des éléments essentiels pour réaliser les activités était plus faible pour les ateliers sur le chou (56%) que pour la chasse au trésor des légumineuses (99%). Le score mesurant le respect des principes de l'éducation au goût était de 2,76 (ET 0,79) pour les ateliers sur le chou et de 3,40 (ET 0,62) pour la chasse au trésor des légumineuses. Pour les ateliers culinaires, le score mesurant le respect des principes de l'éducation au goût était de 3,40 (ET 0,28) pour l'atelier sur les chips de chou kale et de 3,40 (ET 0,57) pour l'atelier sur le moelleux au chocolat et haricots rouges.

En ce qui concerne la satisfaction des personnels intervenants, 41% étaient « très satisfaits » et 35% étaient « satisfaits » du temps fort sur les choux, tandis que 93% étaient « très satisfaits » et 7% étaient « satisfaits » du temps fort sur les légumineuses. En ce qui concerne les enfants, 39% ont été perçus par les adultes intervenants comme « très satisfaits » et 28% comme « satisfaits » suite au temps fort sur les choux, tandis que 93% ont été perçus comme « très satisfaits » et 7% comme « satisfaits » suite au temps fort sur les légumineuses.

Les réunions avec les personnels des deux écoles pilotes et de la cuisine centrale ont permis d'expliquer que les ateliers sur le chou étaient denses et scolaires, et demandaient trop de temps de préparation pour les personnels. Selon eux, la chasse au trésor des légumineuses a été plus appréciée par les enfants car ils étaient libres d'effectuer les activités sensorielles de façon plus ludique et dans l'ordre qu'ils souhaitaient, seuls ou en groupes. Les participants ont indiqué que les outils étaient bien conçus. Les ateliers culinaires et les visites des cuisiniers ont été appréciés par les personnels et les enfants. Les affiches dans les salles des restaurants scolaires ont suscité l'enthousiasme et la curiosité des enfants pendant les premiers jours de leur affichage.

Chapitre 4. Discussion générale

4.1 Synthèse des résultats

L'objectif de cette thèse était d'accompagner la restauration scolaire de la Ville de Dijon dans l'augmentation de la fréquence des repas végétariens. Les travaux conduits visaient à étudier la qualité nutritionnelle, l'empreinte carbone et l'appréciation des enfants pour les menus végétariens en les comparant aux menus à base de viande ou de poisson. Nous souhaitons également quantifier et caractériser les parents qui souhaitent inscrire leurs enfants pour un second repas végétarien hebdomadaire. Le dernier objectif était d'augmenter l'appréciation des enfants pour les plats végétariens identifiés comme peu appréciés grâce à un programme d'éducation au goût, en impliquant les différentes équipes de la restauration scolaire dans l'élaboration de ce programme.

Dans une première étude, nous avons montré que les menus servis par la restauration scolaire de Dijon étaient de bonne qualité nutritionnelle. En moyenne, un menu apportait 659 kcal ce qui correspond à 33% des besoins énergétiques journaliers. La couverture des besoins journaliers recommandés pour 23 nutriments était en moyenne de 48% pour les menus végétariens et de 51% pour les menus à base de viande ou de poisson, indiquant une bonne densité nutritionnelle des menus de la restauration scolaire. Les menus végétariens émettaient en moyenne deux fois moins de gaz à effet de serre que les menus à base de viande ou de poisson. Par conséquent, augmenter la fréquence

des repas végétariens à base d'œufs, produits laitiers, céréales, légumes et légumineuses au-delà de la réglementation actuelle semble être une bonne stratégie pour relever le défi de maintenir une bonne qualité nutritionnelle et de réduire les EGES de la restauration scolaire.

Avec plus de 200 000 données d'appréciation collectées au cours de l'année scolaire 2021-2022 pour 125 repas servis dans les 38 restaurants scolaires élémentaires de Dijon, nous avons montré que le score moyen d'appréciation pour un plat principal était de 3,8 sur 5, ce qui indique que les enfants étaient en moyenne satisfaits des plats principaux servis dans les restaurants scolaires. Globalement, aucune différence d'appréciation n'a été observée entre les plats végétariens et les plats à base de viande ou de poisson. Au sein des plats végétariens, les plats à base d'œufs et/ou fromage étaient plus appréciés que les plats à base d'aliments végétaux, mais nous avons aussi montré qu'ils étaient de moins bonne qualité nutritionnelle. Dans les restaurants scolaires avec un contexte socio-économique moins favorisé, les plats végétariens étaient légèrement mais significativement plus appréciés que les plats à base de viande ou de poisson. Nos résultats soutiennent qu'en plus d'être bons pour la planète et pour la santé, les repas végétariens sont appréciés par les enfants sans pénaliser ceux issus de milieux socio-économiques moins favorisés, plus susceptibles d'être à risque d'une moindre couverture des besoins nutritionnels.

Concernant les parents dont les enfants fréquentent la restauration scolaire de Dijon, les résultats de l'enquête réalisée en Octobre 2022 ont montré que la moitié des parents répondants (soit 13% de la population contactée) souhaitaient bénéficier de deux repas végétariens hebdomadaire pour leurs enfants, et 26% souhaitaient un repas végétarien quotidien. Ceci était vrai en particulier pour les parents qui excluaient déjà le porc de l'alimentation de leurs enfants, ceux qui avaient un niveau d'éducation élevé, et ceux dont les enfants fréquentaient moins régulièrement la restauration scolaire. Les parents qui se déclaraient végétariens ou flexitariens étaient plus enclins à opter pour davantage de menus végétariens pour leurs enfants. Cette étude a également révélé les motivations à l'origine de ces choix parentaux. Les critères considérés comme importants dans le choix des aliments tels que « respectueux de l'environnement », « issus du commerce équitable », « bons pour la santé » et « respectueux du bien-être animal » ont joué un rôle important dans la volonté d'augmenter le nombre de repas végétariens dans la restauration scolaire. Toutefois, les critères « familiers ou habituels » et « bons à manger » constituaient des obstacles pouvant entraver la volonté d'augmenter la fréquence des repas végétariens en restauration scolaire.

L'évaluation des effets du dispositif d'éducation au goût « Chouette Cantine » basé sur deux aliments peu appréciés par les enfants (le chou vert et les haricots rouges) a montré des effets sur le comportement des enfants. À la suite du premier temps fort, les connaissances des enfants sur les

choux ont augmenté, mais nous n'avons pas observé d'augmentation de l'appréciation du plat à base de chou vert servi à la cantine, de même pour l'envie de goûter et la capacité à identifier le chou vert. À la suite du temps fort sur les légumineuses, les connaissances des enfants ont augmenté, de même que leur envie de goûter et leur capacité à identifier les haricots rouges. Cependant, nous n'avons pas observé d'augmentation de l'appréciation du plat à base de haricots rouges. Enfin, nous n'avons pas constaté d'augmentation significative pour la dimension hédonique du profil attitudinal, ni une diminution de la néophobie alimentaire chez les enfants ayant participé aux deux temps forts.

4.2 Dimension nutritionnelle

4.2.1 Couverture des besoins en protéines

« *Mon enfant va souffrir de carences s'il ne mange pas de viande* ». Cette idée reçue évoque la crainte des parents pour leurs enfants, en particulier sur le manque de protéines si on retire la viande ou le poisson du repas. Sur l'ensemble des menus servis par la restauration scolaire de Dijon, la teneur moyenne en protéines était très élevée car un menu ramené à 2 000 kcal pouvait couvrir entre deux à quatre fois l'apport nutritionnel conseillé pour une journée. A Dijon, les portions des plats sont définies par la diététicienne sur la base des préconisations du GEMRCN. Dans son appui scientifique, l'ANSES indique que l'apport en protéines est presque trois fois supérieur aux ANC dans le cas où 100% des menus sont composés de viande ou de poisson (ANSES, 2021b). Nos résultats confirment cette observation. En ce qui concerne les acides aminés, les quantités consommées par les personnes végétariennes permettent généralement de couvrir tous leurs besoins (Mariotti & Gardner, 2019). La prétendue « mauvaise » qualité de certaines protéines végétales s'entend par leur taux de digestibilité plus faible ainsi que leur manque en certains acides aminés essentiels qui peuvent être compensés par la consommation d'autres protéines végétales ou animales comme les œufs et les produits laitiers, ce qui permet d'équilibrer le profil en acides aminés du repas (Mariotti & Gardner, 2019). Ainsi, la question de la couverture en acides aminés chez les enfants qui consomment deux menus végétariens hebdomadaires en restauration scolaire ne semble pas préoccupante. Par ailleurs, les régimes contenant moins de protéines animales ont un impact plus faible sur l'environnement. Ainsi, un rééquilibrage des apports protéiques (diminution des protéines animales et augmentation des protéines végétales) permettrait de concilier les dimensions nutritionnelle et environnementale du régime alimentaire (Camilleri et al., 2013; CNA, 2022; Fouillet et al., 2023; Vieux et al., 2022).

4.2.2 Biodisponibilité des nutriments

Dans l'évaluation de la qualité nutritionnelle des menus servis par la restauration scolaire de Dijon, nous n'avons pas pris en compte la biodisponibilité des nutriments, c'est-à-dire la part de nutriment réellement absorbée et utilisée par l'organisme. Or, la variabilité de celle-ci est potentiellement importante pour : les protéines, la vitamine A, le fer, le calcium et le zinc. En effet, la biodisponibilité varie selon les sources alimentaires (elle est généralement plus faible dans les produits d'origine végétale) et selon certaines caractéristiques de l'alimentation (co-consommation d'inhibiteurs et d'activateurs de l'absorption). En particulier, la biodisponibilité du fer non-héminique et du zinc est diminuée par la présence de phytates, des composés présents dans certains végétaux riches en fibres comme les céréales complètes et les légumes secs. Cependant, l'apport en fer biodisponible semble suffisant pour les enfants même dans le cas d'une consommation quotidienne de repas scolaires sans viande ni poisson (ANSES, 2021b). De plus, selon une étude canadienne, les enfants suivant un régime végétarien ne sont pas plus affectés que les enfants omnivores en terme de croissance, de réserves en fer et en vitamine D (Elliott et al., 2022). Par ailleurs, l'étude transversale « *VeChi Youth Study* » n'a pas indiqué de risques nutritionnels spécifiques chez les enfants et les adolescents allemands suivant un régime alimentaire végétarien et végétalien par rapport aux omnivores (Alexy et al., 2021). En ce qui concerne les nutriments comme le fer et le calcium dont les apports sont en-dessous des recommandations chez les enfants dans la population générale française (ANSES, 2019), une stratégie serait de favoriser leur biodisponibilité dans les menus servis par la restauration scolaire. L'absorption du calcium est favorisée par la vitamine D que l'on peut retrouver en quantité intéressante dans certains aliments : les poissons gras, les produits laitiers enrichis en vitamine D et le jaune d'œuf (ANSES, 2022). La vitamine C, quant à elle, favorise l'absorption du fer, d'où l'importance de maintenir les crudités (fruits et légumes) en entrée et/ou en dessert (avec une attention particulière pour les menus à 4 composantes), et de veiller à leur consommation par les enfants.

4.2.3 Recommandations nutritionnelles

Les pourcentages de couverture des ANC ont été calculé par rapport aux apports nutritionnels conseillés en France pondérée par l'âge des enfants (4 à 13 ans) fréquentant l'école primaire en France (Poinot et al., 2022; Vieux et al., 2018). Ils ont également été calculés avec les valeurs nutritionnelles de référence pour l'énergie et les nutriments appliquées aux enfants de 7 à 10 ans définies par l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA, 2017) en faisant la moyenne des recommandations pour les garçons et les filles. En effet, l'âge cible des recommandations de l'EFSA (7 à 10 ans) est proche de l'âge des enfants scolarisés en école primaire (6 à 11 ans), les références de

l'EFSa 2017 sont également plus récentes que celles utilisées par Vieux et al., 2018 et Poinot et al., 2022. De plus, elles s'appliquent à l'échelle de l'Union européenne, pas seulement de la France. Par ailleurs, les recommandations de l'EFSa en matière d'apports énergétiques journaliers (1 800 kcal) pour les enfants de 7 à 10 ans sont plus proches des valeurs réellement consommées, soit environ 1 504 kcal/jour pour les enfants de 0 à 10 ans (données INCA 3 - ANSES 2021b). En prenant les valeurs recommandées par l'EFSa comme références, un repas de la restauration scolaire de Dijon ramené à 1 800 kcal couvrait en moyenne 87,7% (ET 4,9) des apports nutritionnels conseillés pour les 23 nutriments d'intérêt (versus 88,3% (ET 4,9) pour 2 000 kcal d'un repas scolaire). Pour tous les menus (végétariens ou non), la couverture des besoins nutritionnels était insuffisante (c'est-à-dire avec une teneur moyenne <100% pour 1 800 kcal) en : vitamine D, fer et calcium. Les vitamines B3 et B12 étaient en déficit spécifiquement dans les menus végétariens. Ces résultats sont cohérents avec les apports insuffisants constatés chez les enfants dans la population générale : la vitamine D chez les enfants de 4 à 17 ans, le fer chez les enfants de 7 à 10 ans et le calcium chez les filles de 4 à 6 ans (ANSES, 2019). Avec les références de Poinot et al., 2022 et Vieux et al., 2018, la couverture des besoins nutritionnels était en-dessous du seuil des recommandations pour le calcium et ALA dans tous les menus, et pour les vitamines C et D dans les menus végétariens uniquement. Ainsi, on peut conclure que les résultats obtenus concernant la qualité de la couverture en nutriments varient en fonction des recommandations qui sont utilisées comme références. Ceci souligne la sensibilité des résultats en fonction de la méthode de calcul employée et des recommandations utilisées.

4.2.4 Comment évaluer la consommation réelle des enfants ?

Nos travaux sur l'évaluation de la qualité nutritionnelle et l'empreinte carbone des menus ont été réalisés sur la base de portions théoriques. En moyenne, la quantité jetée par convive et par repas est de 115 g dans les établissements scolaires (ADEME, 2018) et de 81 g dans les restaurants scolaires de Dijon (cf. paragraphe 1.4.1). Pour une meilleure estimation de la couverture des besoins nutritionnels, il serait intéressant de mesurer (1) les portions réellement servies par rapport aux portions théoriques de la cuisine centrale et (2) les portions réellement consommées par les enfants. En effet, les lignes directrices pour la composition des repas scolaires ainsi que nos calculs de couverture des besoins nutritionnels sont établis en supposant que tous les aliments servis sont consommés, mais cela peut être compromis si des quantités importantes d'aliments sont gaspillées de manière récurrente (Cohen et al., 2014; Martins et al., 2021; Osowski et al., 2015; Smith & Cunningham-Sabo, 2014). En effet, il existe une variabilité des taux de consommation entre les différentes composantes des repas, les légumes et les légumineuses ayant les quantités consommées parmi les plus faibles (Cohen et al., 2014). Les taux élevés de gaspillage peuvent s'expliquer en partie

par l'appétit des enfants mais également par leurs habitudes alimentaires, leurs préférences (voir les résultats obtenus à l'aide des bornes de satisfaction, paragraphe 3.2.3, Figures 11 et 12) ou leurs dégoûts. Ainsi, plusieurs facteurs tels que le goût, la variété, la familiarité et l'attrait visuel doivent être pris en compte pour s'assurer que les enfants mangent les repas servis et gaspillent moins (Byker et al., 2013; Liz Martins et al., 2020). La durée de la pause méridienne ainsi que le passage des enfants au premier ou au deuxième service peuvent aussi impacter la consommation des enfants. Par ailleurs, les enfants qui ne consomment pas assez de nourriture au déjeuner peuvent consommer des quantités plus élevées d'aliments de moindre intérêt nutritionnel pendant l'après-midi ou au moment du goûter (Liz Martins et al., 2020; Templeton et al., 2005).

Dans son rapport d'appui scientifique et technique, l'ANSES recommande de disposer de données récentes de consommation auprès des enfants avec un profil particulier (les petits mangeurs, les enfants issus de classes sociales défavorisées, des deux sexes et de différentes classes d'âge) (ANSES, 2021b). Dans le cadre de la thèse, nous avons identifié l'évaluation de la consommation réelle en restauration scolaire comme un axe à étudier en faisant le lien avec la couverture des besoins nutritionnels des enfants, l'empreinte carbone et les coûts engendrés par les restes alimentaires. Faute de temps, nous n'avons pas construit d'expérimentation visant à cette évaluation, mais nous avons pris en photo quelques assiettes d'enfants lors des visites sur les restaurants scolaires. Etant donné que dans ce dispositif de restauration, les enfants ont la possibilité de se servir eux-mêmes dans les barquettes, les photos des assiettes avant consommation reflètent en partie des appétits variables. Des exemples de photos illustrant la variabilité des portions servies sont disponibles en **Annexe 21**. Cela nous a permis d'avoir une première idée de la variabilité inter-individuelle des consommations.

Enfin, une réflexion doit être menée sur le choix d'un indicateur qui permettrait d'évaluer au plus juste la couverture des besoins nutritionnels en prenant en compte les besoins individuels. En effet, les références nutritionnelles (apports nutritionnels conseillés) sont estimées à partir des besoins nutritionnels moyens auquel on ajoute deux écart-types, pour déterminer l'apport qui couvre le besoin de 97,5% de la population. Ainsi, le besoin nutritionnel moyen en vitamines et minéraux pour les enfants de 6 à 10 ans (ANSES, 2021d) estimé à partir de données individuelles d'apports pourrait être utilisé comme indicateur pour évaluer la couverture des besoins nutritionnels des enfants fréquentant la restauration scolaire de Dijon, sur la base de consommations réelles. Enfin, une réflexion doit être menée pour déterminer un indicateur et une méthodologie qui permettrait de prendre en compte l'aspect « individuel », en se basant par exemple sur l'analyse de bilans sanguins.

4.2.5 Composition des menus

En termes de stratégies visant à favoriser une consommation « optimale » des repas scolaires et limiter le gaspillage alimentaire, il serait intéressant d'évaluer si le fait de proposer des menus à 4 plutôt qu'à 5 composantes pourrait entraîner une meilleure consommation de l'ensemble du repas (moins d'items, allongement de la durée pour consommer chaque plat, davantage de temps pour les animateurs et les agents de service pour encourager les enfants à manger). Cependant, l'introduction de menus à 4 composantes peut également avoir des effets non-désirés tels que l'augmentation de la consommation de pain ou encore la suppression d'une possibilité de faire goûter ou découvrir un aliment aux enfants (Perignon et al., 2023), notamment un fruit ou un légume servi en entrée ou en dessert. Le menu à 5 composantes quant à lui, laisse plus de souplesse sur la mise en œuvre des fréquences du GEMRCN, il permet d'augmenter la variété des plats servis tout en offrant la possibilité aux enfants de compenser (c'est-à-dire consommer le dessert si l'entrée n'a pas été appréciée). Par ailleurs, il semble important de ne pas servir uniquement les plats appréciés des enfants et retirer ceux qu'ils n'aiment pas, en misant sur l'amélioration de l'acceptabilité par des approches pédagogiques et l'exposition répétée (Cooke, 2007). Enfin, la mise en place d'actions visant à encourager les enfants à manger (notamment à travers l'éducation au goût) pourrait améliorer la qualité nutritionnelle des repas servis, tout en veillant à ne pas forcer les enfants pour éviter des consommations au-delà des signaux de rassasiement.

4.2.6 Composition des plats végétariens

En restauration scolaire, le plat végétarien doit être associé à une entrée, un accompagnement et un dessert exclusivement végétariens. Ce plat peut inclure des légumes, céréales et/ou légumineuses, des œufs, du fromage ou encore du soja. Il peut être composé d'un substitut en remplacement de la viande ou du poisson. Ainsi, certaines cuisines centrales ont recours à des substituts végétaux produits industriellement, tels que des galettes ou panés, des boulettes, ou encore des nuggets végétaux. En Juillet 2020, le Conseil national de la restauration collective (CNRC) a diffusé des recommandations spécifiques sur les 4 ou 5 menus végétariens servis au minimum sur 20 repas successifs (**Annexe 3**) :

- Au minimum deux plats protidiques ou plats complets dont les sources principales de protéines sont des céréales et/ou des légumes secs (hors soja) ;
- Au maximum un plat protidique ou plat complet dont la source principale de protéines est l'œuf ;
- Au maximum un plat protidique ou plat complet dont la source principale de protéines est le fromage ;
- Au maximum un plat protidique ou plat complet contenant du soja ;
- Au maximum un plat protidique transformé à base de protéines végétales.

Afin de préserver la diversité des plats végétariens proposés, le CNRC recommande de limiter les aliments ultra-transformés c'est-à-dire contenant de nombreux additifs (colorants, émulsifiants, conservateurs, exhausteurs de goûts, arômes...) et de veiller à la qualité nutritionnelle des plats transformés à base de protéines végétales. Plusieurs classifications ont été élaborées afin de classer les produits ou aliments en fonction de leur degré de transformation. La plus connue est la classification NOVA (Monteiro et al., 2019) composée de quatre groupes : (1) aliments non transformés ou peu transformés, (2) ingrédients culinaires transformés, (3) aliments transformés et (4) aliments ultra-transformés. Il existe également la classification Siga basée sur trois principaux niveaux de transformation : (A) aliments pas ou peu transformés, (B) aliments transformés et (C) aliments ultra-transformés. Pour le moment, aucun consensus n'a été atteint sur les facteurs à prendre en compte pour déterminer le niveau de transformation d'un aliment (Sadler et al., 2021; Souchon & Braesco, 2022), et de nouvelles études sont nécessaires pour établir des méthodes standardisées de catégorisation des aliments selon leur niveau de transformation (Taneri et al., 2022). Cependant, de nombreuses études basées sur la cohorte française NutriNet-Santé ont montré des associations néfastes entre les aliments ultra-transformés et la santé, notamment une augmentation des risques de : cancer (Fiolet et al., 2018), syndrome du côlon irritable (Taneri et al., 2022), mortalité (Schnabel et al., 2018), diabète de type 2 (Srouf et al., 2020), maladies cardiovasculaires (Srouf et al., 2019), surpoids ou obésité (Beslay et al., 2020).

Par ailleurs, le constat général d'une alimentation de plus en plus (ultra-)transformée se dessine à travers la part plus élevée d'aliments consommés sous une forme transformée plutôt que sous une forme brute (Insee, 2015). Ce recours important aux produits issus de l'industrie agro-alimentaire contribue à créer une distance entre les individus et leur alimentation, notamment en termes de connaissances sur la composition des aliments (ANSES 2021b). En restauration scolaire, certaines collectivités comme la Ville de Montpellier ou encore le Conseil Départemental du Gers utilisent la classification NOVA ou Siga pour exclure de leur offre certains produits ou aliments ultra-transformés et/ou proposer des plats faits-maison. Cette réflexion sur la caractérisation et la réduction de l'offre en produits ultra-transformés dans la restauration scolaire de Dijon n'a pas fait l'objet d'un travail scientifique au cours de la thèse. Cependant, la diététicienne veille à limiter la fréquence des produits ultra-transformés (steak de soja, pané moelleux nature, crousti fromage...) dans les menus.

Un autre point d'attention concernant la qualité des menus végétariens est celui des plats contenant du soja. S'il constitue une source de protéines végétales de bonne qualité, le soja contient des isoflavones (phyto-œstrogènes) comparables aux hormones œstrogéniques féminines, qui peuvent avoir des effets mimant ceux de ces hormones. A l'heure actuelle, l'absence d'impact sur la santé de la consommation de phyto-œstrogènes n'est pas encore démontrée. Ainsi, dans l'attente des

résultats de travaux actuellement en cours, l'ANSES recommande de diversifier les sources de protéines végétales afin d'éviter la présentation majoritaires de plats sources de phyto-œstrogènes dans la restauration scolaire (ANSES, 2020). Cependant, des travaux ont montré que les isoflavones partaient dans l'eau de cuisson au fur et à mesure des processus culinaires du soja (Bennetau-Pelissero, 2019). Ainsi, certains industriels essaient de mettre au point des procédés qui permettent d'extraire les isoflavones et rendent les produits à base de soja consommables par les enfants. Dans un rapport établi par l'Association nationale des directeurs de la restauration collective (AGORES), le Club européen des diététiciens de l'enfant (CEDE) et le Club expert nutrition et alimentation (CENA) les gestionnaires sont incités à être prudents quant à l'utilisation des produits à base de soja en restauration collective (AGORES, CENA & CEDE, 2022). Ce rapport propose également des recommandations sur le choix des produits, par exemple demander systématiquement aux fournisseurs les teneurs en isoflavones des produits contenant du soja et sélectionner ceux à teneur réduite. Ainsi, certaines collectivités préfèrent bannir le soja de leurs menus par précaution. C'est le cas de la Ville de Dijon, avec une démarche qualité pilotée par la diététicienne qui vise à supprimer les produits contenant du soja.

4.3 Impacts environnementaux

4.3.1 Indicateurs d'impact environnemental

Nous avons choisi de calculer les émissions de gaz à effet de serre à l'échelle du menu. En effet, cet indicateur est celui qui est le plus connu et le plus couramment utilisé (Ridoutt et al., 2017; Rööß et al., 2013). Cependant, il serait possible de calculer d'autres indicateurs à partir des données présentes dans la base AGRIBALYSE 3.0 (ADEME) tels que : l'eutrophisation, l'acidification, la toxicité ou encore l'impact sur la biodiversité (bien que ce dernier indicateur, tel que calculé par l'ADEME, soit encore controversé). Ces indicateurs complémentaires permettraient de nuancer nos résultats. En effet, une analyse de séries de 20 menus fictifs sur la base de plats servis en restauration scolaire a montré que certains impacts environnementaux (EGES, acidification et utilisation des terres, eutrophisation marine) diminuaient lorsque le nombre de repas végétariens augmentait (excepté l'utilisation de l'eau) (Poinsot et al., 2022). Par ailleurs, si les menus à base de poisson sont intéressants d'un point de vue nutritionnel, l'aquaculture produit généralement moins d'EGES que l'élevage (MacLeod et al., 2020) mais nécessite d'importantes ressources énergétiques et provoque une pollution de l'eau (Subasinghe & FAO, 2017). Ainsi, ces résultats nous amènent à questionner la hiérarchisation de l'importance des différents impacts environnementaux.

De plus, nos travaux se sont focalisés uniquement sur les EGES liées à la production des aliments bruts. Dans une étude de 2017, De Laurentiis et ses collaborateurs ont mesuré l'empreinte carbone et la consommation d'eau nécessaire pour des repas servis dans les écoles primaires en Angleterre (De Laurentiis et al., 2017). Les EGES ont été calculées en additionnant l'empreinte carbone de la production et l'empreinte carbone du transport (basée sur le pays de provenance de la denrée : Angleterre ou hors Angleterre). La valeur moyenne de l'empreinte carbone d'un repas était de 1,02 kgCO₂e et la valeur moyenne pour l'utilisation de l'eau était de 0,55 m³. Dans une autre étude, De Laurentiis et ses collaborateurs ont quantifié l'empreinte carbone (en gCO₂e/portion) et l'empreinte de l'eau (en litres/portions) des menus servis dans les écoles primaires de Rome en prenant en compte : la production, le transport, la préparation des repas, les pertes et le gaspillage tout le long de la chaîne de production (De Laurentiis et al., 2019). Les résultats de l'étude ont montré que la phase de production était prédominante dans l'empreinte carbone globale, suivie de la phase de préparation et de la phase de transport. Dans une autre étude portant sur les cantines scolaires d'Ames (Espagne), la production des aliments bruts était la phase qui contribuait le plus aux EGES (soit 69%) parmi le transport, l'emballage, la consommation d'énergie dans les écoles, la gestion des déchets et le matériel auxiliaire (Perez-Neira et al., 2021). Concernant la restauration scolaire de Dijon, la phase de préparation des aliments pourrait faire l'objet d'une étude complémentaire, en lien avec la consommation d'énergie liée à cette phase.

4.3.2 Approvisionnement et modes de production

Une alimentation moins émettrice en carbone démarre dès l'amont agricole. En France, le transport représente moins de 14% des EGES du système alimentaire, alors que l'étape de production agricole pèse pour les deux tiers environ (Barbier et al., 2019). En conséquence, on peut se demander si les politiques qui réorientent les pratiques de production auraient le potentiel de diminuer l'empreinte carbone de l'alimentation. Dans le cas de la restauration collective, ce sont les exigences de la loi EGalim qui encadrent la qualité des produits achetés entrant dans la composition des repas servis. Les produits qui bénéficient de signes de qualité ou de labels sont sensés garantir leur origine, la préservation de l'environnement ou des terroirs. Cependant, certaines problématiques ne sont pas prises en compte dans les intentions des démarches et de leurs impacts, telles que les conditions de travail, la sécurité alimentaire, l'épuisement des ressources non-renouvelables, les pertes et gaspillages alimentaires (WWF, Greenpeace & BASIC, 2021).

En Espagne, le gouvernement local d'Ames a décidé d'engager la transformation du système alimentaire dans les écoles en encourageant l'achat de produits locaux, issus de l'agriculture

biologique et de saison pour les repas de 1 456 enfants de cinq écoles publiques. L'évaluation de la mise en place de cette politique agroécologique a montré que l'achat de produits issus de l'agriculture biologique au lieu d'aliments conventionnels permettait de diminuer jusqu'à 15,3% les EGES si 65% des aliments consommés étaient issus de l'agriculture biologique (Perez-Neira et al., 2021). Dans les cantines de Turin, une modélisation des approvisionnements tournés essentiellement vers des produits issus de l'agriculture biologique entraînerait une réduction de 11% des EGES par rapport à un approvisionnement avec une agriculture intensive (Cerutti et al., 2017). Cependant, un paradoxe réside dans le fait que les bénéfices apportés à l'environnement par la non-utilisation de pesticides ne se reflètent pas directement dans la quantification des EGES. Les calculs étant effectués sur la base d'un rendement de produits à l'hectare, une forte productivité permettrait de réduire les EGES au kilogramme de produit via des économies d'échelle. Or, le rendement à l'hectare de l'agriculture biologique n'est pas aussi élevé que celui de l'agriculture conventionnelle (Kulak et al., 2015). Cependant, les résultats d'une revue systématique ont montré que les systèmes d'agriculture biologique présentent globalement une meilleure performance environnementale que les systèmes conventionnels (Bellassen et al., 2021; Boschiero et al., 2023). Dans le cas présent, nous n'avons pas intégré les modes de production dans le calcul des EGES, d'une part compte tenu des éléments présentés ici, et d'autre part car ces données n'étaient pas facilement accessibles.

Par ailleurs, un approvisionnement en circuits courts c'est-à-dire un mode de vente réduisant le nombre d'intermédiaires entre producteurs et consommateurs, permettrait de valoriser les produits locaux et de respecter plus facilement la saisonnalité des produits (Maréchal, 2008). Notons que le critère « local » ou « de proximité » n'a pas de définition commune, pouvant aller de 50 à 200 km, en prenant comme référence le lieu de production ou le lieu de distribution. Pour la restauration scolaire de Dijon, un produit est qualifié de « local » s'il est produit et/ou transformé en Bourgogne-Franche-Comté et/ou dans un rayon de moins de 150 km autour de Dijon. Faire émerger un approvisionnement local est l'objectif du projet de la légumerie de Dijon métropole labellisée Agriculture biologique (AB) qui a ouvert ses portes en Mai 2023. La légumerie est un atelier de préparation dédié aux légumes et aux légumineuses. Les produits y sont lavés, épluchés, découpés, conditionnés puis livrés sur la cuisine centrale de Dijon. Jusqu'à présent, la cuisine centrale utilisait des légumes lavés, épluchés, calibrés et emballés sous vide, parfois surgelés, ce qui limitait les approvisionnements locaux. Pour aller plus loin sur l'analyse des impacts environnementaux associés aux menus de la restauration, il serait intéressant de compiler des informations sur le mode de production (bio ou conventionnel) et la provenance (locale ou non) des ingrédients entrant dans la composition de quelques recettes afin de les saisir dans le calculateur Ecobalyse et d'évaluer les répercussions sur les impacts environnementaux.

Si l'approvisionnement en produits locaux permet de réduire les distances parcourues, le raccourcissement géographique des chaînes d'approvisionnement ne permet pas automatiquement de diminuer l'empreinte carbone pour différentes raisons : problèmes de logistique, taille des réseaux de distribution, occupation des véhicules (Loiseau et al., 2020; Mundler & Rumpus, 2012). En effet, la logistique du dernier kilomètre n'est pas toujours vertueuse (Moussaoui et al., 2021). Ainsi, l'étude du service de la restauration scolaire de Turin (Italie) a montré un effet limité de la territorialisation avec le passage d'un approvisionnement alimentaire international à un approvisionnement régional permettant de réduire de 22% les EGES du transport, ce qui représente au final moins de 1% de l'empreinte carbone totale (Cerutti et al., 2017). Néanmoins, donner la priorité à l'achat de produits de saison, et par conséquent limiter la consommation d'aliments produits sous serre, pourrait conduire à une réduction des EGES (Perez-Neira et al., 2021).

En conclusion, la littérature nous confirme que l'approvisionnement de la restauration scolaire en produits locaux, de qualité ou encore de saison ne constitue pas le principal levier pour réduire les EGES comparé à la réduction de la viande (en particulier de ruminants) dans les menus. Cependant, cela devrait permettre d'y participer tout en permettant la structuration de filières à l'échelle du territoire, ce qui contribue à son développement social et économique, un élément important qui entre aussi dans la définition de l'alimentation durable.

4.4 Acceptabilité des plats végétariens

Nous avons mis en évidence certaines caractéristiques socio-démographiques et motivationnelles des parents qui souhaitaient davantage de menus végétariens pour leurs enfants. Il semble important de souligner que 49% des parents ayant répondu à notre enquête souhaitait un deuxième repas végétarien et 26% un repas végétarien quotidien pour leur enfant, tandis que seulement 5% des parents se déclarait comme végétariens. Ainsi, les repas végétariens ne devraient pas être réservés qu'aux personnes suivant ce régime alimentaire. Le fait de consommer deux repas végétariens par semaine (sur 4 ou 5 jours d'école) s'apparente davantage à un régime fléxitarien qui est déjà un premier pas vers un régime de bonne qualité nutritionnelle, parvenant à répondre en partie aux urgences environnementales tout en restant acceptable par une partie des parents. Sachant qu'une limite de notre étude était la faible représentativité des parents ayant un niveau de CSP peu élevé (5% vs. 27% dans la population totale), nous ne sommes pas en mesure de savoir si ces parents étaient en faveur ou non d'une augmentation de la fréquence de repas végétariens dans la restauration scolaire.

Une question serait de savoir si le souhait des parents rejoignait le souhait des enfants. Dans la littérature scientifique, une étude a porté sur les motivations des enfants âgés de 6 à 10 ans suivant un régime végétarien (indépendamment du régime alimentaire de leurs parents). Celle-ci a montré que la principale motivation pour l'adoption de ce type de régime était le bien-être animal, et qu'il existait une tolérance de la part des enfants végétariens envers ceux qui mangeaient de la viande (Hussar & Harris, 2009). Au cours de visites sur les restaurants scolaires réalisées entre Janvier et Juin 2023, j'ai pu relever que certains enfants n'étaient pas en accord avec le choix de leurs parents et souhaitaient être désinscrits du deuxième repas végétarien hebdomadaire. En effet, si le repas végétarien était bien accepté chez certains enfants, pour d'autres il semblait difficile de ne pas manger la même chose que leurs camarades. Ainsi les questions : *A qui revient le choix alimentaire des enfants dans le contexte de la restauration scolaire : aux parents ou à l'enfant ? Le choix des parents est-il en accord avec celui de leur enfant ?* méritent d'être posées afin de limiter le gaspillage alimentaire et les tensions lors des repas.

Au Royaume-Uni, une étude qualitative réalisée auprès d'un petit échantillon de parents (n = 52) a permis de mieux comprendre leurs pratiques visant à encourager l'adoption d'une alimentation plus végétale pour leurs enfants (Ukropcova, 2023). Les résultats de cette étude ont montré que les parents ont adopté une approche « nourrir-expliquer-répéter » qui consiste à rendre les produits végétaux agréables pour les enfants et à leur fournir des explications honnêtes, compréhensibles et visuelles sur les avantages d'une alimentation plus végétale. Cependant, les enfants qui n'avaient pas d'aversion pour la viande ni de fortes motivations intrinsèques avaient tendance à consommer de la viande dans le but de trouver du plaisir et d'adhérer à la norme sociale. Ainsi, les résultats de cette étude suggèrent que les interventions visant à promouvoir une alimentation plus végétale chez les enfants devraient se concentrer sur le soutien au sein du foyer (parents) mais également à l'école en intégrant tous les acteurs (animateurs, agents de service, enseignants). En effet, ces derniers peuvent influencer la consommation alimentaire des enfants en apportant des explications appropriées pour construire une nouvelle norme sociale de consommation (Hang et al., 2020). Cette préconisation amène ainsi la question de la perception et de la représentation des parents et des personnels encadrants et plus largement de la société sur l'offre de repas proposée par la restauration scolaire.

Par ailleurs, on peut se questionner sur la cohérence entre le souhait des parents sur l'offre de la restauration scolaire à destination de leurs enfants et ce qu'ils proposent à leur domicile. Sur la complémentarité des repas scolaires et familiaux, plusieurs scénarios peuvent être envisagés : il existe une cohérence entre l'offre alimentaire de la restauration scolaire et celle du foyer ; l'enfant peut manger de la viande ou du poisson à la cantine mais les parents n'en consomment pas ou peu au

domicile pour diverses raisons (petit budget, temps de préparation, régime alimentaire) ; l'enfant mange de la viande ou du poisson uniquement au domicile pour diverses raisons (par exemple, le fait d'acheter soi-même ou de pouvoir acheter de la viande qui respecte les préconisations religieuses). Par ailleurs, les inégalités sociales en matière d'alimentation se retrouvent davantage dans la proportion de fruits et légumes et dans la qualité des produits carnés que dans la quantité de viande consommée (ANSES, 2017; Centre d'études et de prospectives, 2013; Drouillet-Pinard, et al., 2016, Perignon et al., 2023).

Sur les pratiques alimentaires de manière générale (comportement d'achat, consommation et réalisation des repas), la commune de Mouans-Sartoux a mené une enquête quantitative auprès des parents d'élèves en 2022. Elle a obtenu 172 réponses sur un total de 800 familles (soit un taux de réponse de 21%). Parmi les répondants, 74% des parents ont déclaré avoir réfléchi sur leurs pratiques alimentaires (achat de produits biologiques, de saison, prise en compte du lieu de production, réduction de la consommation de viande, augmentation de la consommation de légumineuses) suite aux actions menées par la commune autour de l'alimentation, comme par exemple : davantage de produits issus de l'agriculture biologique et de produits locaux dans la restauration scolaire, une régie agricole municipale, des actions menées sur le gaspillage alimentaire et l'éducation au goût.

4.5 Optimisation des menus

Dans ce travail de recherche, les indicateurs que nous avons mesurés étaient la qualité nutritionnelle et l'empreinte carbone à l'échelle des menus et l'appréciation à l'échelle du plat principal. Afin de proposer des menus « durables » aux enfants, il serait intéressant de sélectionner des plats qui combinent une bonne qualité nutritionnelle, une faible empreinte carbone et une note d'appréciation élevée, qu'ils soient végétariens ou non. Par exemple des plats à base de volaille qui sont généralement appréciés des enfants et qui peuvent être parfois moins émetteurs que les plats à base d'œufs et/ou fromage (De Laurentiis et al., 2019). Cependant, d'autres indicateurs entrant dans la définition de l'alimentation durable seraient également à prendre en considération comme le coût denrées. Plusieurs études ont montré qu'il était possible de proposer des menus de bonne qualité nutritionnelle tout en réduisant l'empreinte carbone et le coût. Une analyse d'un programme alimentaire du district scolaire d'Oakland (Californie) a montré une réduction de 14% des EGES et une économie de 42 000 USD (soit près de 1% de dépenses en moins par repas) à la suite d'une réduction de 30% de l'achat de produits d'origine animale (Hamerschlag & Kraus-Polk, 2017). De même, une étude italienne basée sur un modèle d'optimisation (quatre scénarios) a montré qu'en minimisant le bœuf et les produits laitiers, il était possible de satisfaire les besoins nutritionnels des enfants tout en

réduisant de 22% les EGES et de 1% le coût par repas (Petruzzelli et al., 2023). Enfin, une étude réalisée sur les menus servis par le Boston Public Schools (Etats-Unis) a montré qu'en réduisant la fréquence des plats à base de bœuf et de fromage tout en augmentant la fréquence des plats à base de poisson et de légumineuses, l'empreinte carbone pouvait diminuer de 71% et les coûts de 13% (Stern et al., 2023). Toutes ces études montrent qu'il est possible d'optimiser les menus de la restauration scolaire pour aller vers plus de durabilité. Néanmoins, d'autres facteurs essentiels sont aussi à prendre en considération comme les contraintes d'approvisionnement et la disponibilité des denrées. À l'avenir, la recherche devrait évaluer l'impact de la mise en œuvre de menus optimisés présentant un bon rapport entre la qualité nutritionnelle, l'empreinte carbone et le coût denrées, tels qu'ils ont été établis dans des précédentes études (Elinder et al., 2020; Hamerschlag & Kraus-Polk, 2017; Petruzzelli et al., 2023). Enfin, la modification de l'offre doit s'accompagner d'actions pour s'assurer de l'acceptabilité des menus optimisés, par les enfants, leurs parents, et l'ensemble des équipes de la restauration scolaire.

En ce qui concerne l'évolution de l'offre dans la restauration scolaire de Dijon (c'est-à-dire le passage d'un à deux menus végétariens hebdomadaires), on peut se demander quel sera l'impact de ce changement sur la fréquentation de la cantine. En effet, les équipes de la Ville de Dijon ont observé de manière informelle une augmentation de la fréquentation le jour du menu végétarien sur certains restaurants scolaires. Au meilleur de notre connaissance, aucune étude n'a mesuré les effets d'un changement de l'offre sur la fréquentation d'une restauration scolaire, sauf dans le cas précis de la mise en place de repas gratuits. A titre d'exemple, la restauration scolaire de Saint-Denis (13 000 repas journaliers, 71 écoles) a installé une mise en place progressive de la gratuité des repas par niveau scolaire, qui s'est accompagnée d'une hausse progressive de la fréquentation.

4.6 Mise en place d'actions d'éducation à l'alimentation

Le programme « Chouette cantine » axé sur l'éducation au goût a été co-crée avec les personnels de la restauration scolaire de la Ville de Dijon. Ce programme se voulait court et adapté pour être délivré sur le temps de la pause méridienne et périscolaire.

Suite à l'évaluation du dispositif, une première intention vise à essayer d'expliquer en quoi l'intervention sur les légumineuses semble avoir mieux fonctionné en termes de déroulement et d'effets obtenus que l'intervention sur les choux. Tout d'abord, le format de la chasse au trésor a été plus apprécié de la part des enfants et des personnels que les ateliers sur les choux. Par ailleurs, le choix de l'aliment cible avait toute son importance. Le chou est un aliment peu apprécié des enfants (comme beaucoup de légumes verts) et même de certains adultes à cause de son odeur et de son goût,

tandis que les légumineuses ne font pas l'objet d'une aversion particulièrement forte. En effet, l'envie de goûter le chou était plus faible que celle de consommer des haricots rouges avant la mise en place du programme « Chouette cantine » (Tableaux 27 et 28). Ainsi, il semble plus difficile de faire aimer aux enfants un aliment peu apprécié par rapport à un aliment dont l'appréciation est plus neutre.

Par ailleurs, les résultats obtenus sur la diminution de la dimension hédonique et de la néophobie alimentaire au cours du temps amènent à se questionner sur la composition des menus et sur l'âge opportun pour mener des actions d'éducation au goût. La néophobie alimentaire est plus marquée chez les enfants âgés de 3 à 6 ans (Nicklaus & Monnery-Patris, 2018). Ainsi l'introduction de recettes « inhabituelles » pourrait poser des problèmes pour les enfants, en particulier pour les enfants de maternelle, qui n'ont pas directement été étudiés dans ce travail. Cependant, l'observation du déclin de la néophobie alimentaire au cours d'une année scolaire laisse envisager la possibilité d'introduire des recettes moins familières en cours d'année, par exemple au deuxième et troisième trimestre, lorsque les enfants sont habitués au dispositif de restauration. De plus, le caractère néophobe des enfants n'empêche pas la conduite d'actions d'éducation au goût, puisque ce sont justement de tels dispositifs, lorsqu'ils sont déployés plus largement que dans le programme « Chouette Cantine », qui permettraient de réduire la néophobie alimentaire de l'enfant et d'accompagner la découverte de goûts plus inhabituels (Reverdy 2008; Dovey et al. 2008; Mustonen et al. 2009).

Des questions ont également émergé dans l'équipe de recherche aux vues d'un déploiement du programme dans d'autres écoles de Dijon : *Est-ce que l'éducation au goût seule peut suffire à augmenter l'appréciation des plats par les enfants ou faudrait-il envisager une éducation à l'alimentation au sens large ? Qui sont les acteurs à impliquer dans ce type de projet ? Quel(s) sont les moments opportuns pour délivrer ce type d'intervention (en classe et/ou sur le temps de la pause méridienne et/ou à la maison) ?*

Sur la base d'une revue de la littérature ayant pour objectif de comprendre et de décrire les types d'interventions visant à renforcer la durabilité des systèmes alimentaires scolaires et leurs impacts, les types d'interventions identifiées comme les plus courantes étaient : l'évolution vers une offre de menus plus durables, la réduction du gaspillage alimentaire et les jardins scolaires (Gardner et al., 2023). En Irlande, une étude a évalué les effets du projet « Daire » qui visait à améliorer la qualité de vie, le bien-être, les connaissances et les habitudes alimentaires des enfants (Brennan et al., 2021). Ce projet a été créé en partenariat avec des écoles primaires et plusieurs intervenants (enseignants, directeurs, personnes impliquées dans le service de livraison de repas et producteurs locaux) pour développer des interventions à destination d'enfants âgés de 6 à 11 ans. La première intervention qui

a été évaluée visait à fournir des collations saines (fruits, pain, lait), améliorer la présentation des aliments, fournir des équipements culinaires et un livret de recettes, délivrer des ateliers d'éducation sensorielle, et participer à une journée de dégustation de produits locaux. La seconde intervention visait à améliorer les connaissances des enfants sur les aliments, la cuisine, l'alimentation saine et les apports alimentaires, à travers des activités ludiques (livres, vidéos, jeux, visites). La première intervention a induit des changements plus positifs que la deuxième intervention sur le bien-être émotionnel et comportemental des enfants, leurs connaissances alimentaires, leurs compétences culinaires et leur apport alimentaire.

Ainsi, des programmes multi-stratégiques semblent nécessaires pour déclencher un véritable changement vers des comportements alimentaires sains et durables, basés sur des actions qui permettraient à la fois d'améliorer les connaissances et de faire évoluer les normes sociales (Franchini et al., 2023). En effet, une étude réalisée au Royaume-Uni a mis en évidence que plusieurs facteurs influençaient le choix alimentaire des enfants : l'environnement alimentaire (qualité de l'offre, moment du déjeuner, compétences et investissement des personnels encadrants), les préférences alimentaires des enfants (la consommation, les incitations, les normes sociales) et l'environnement familial. Ainsi, se concentrer uniquement sur une action (par exemple la qualité des repas scolaires) est moins susceptible d'avoir un impact durable à moins que toutes les parties prenantes ne se concentrent sur les mêmes objectifs (Bryant et al., 2023).

Concernant le déploiement du programme « Chouette cantine » dans d'autres écoles de Dijon, une réunion avec les différents personnels impliqués dans la co-crédation et l'implémentation du programme a permis de faire ressortir les difficultés perçues et des pistes de recommandations (voir **Tableau 30**).

Tableau 30 : Difficultés perçues sur l'implémentation du programme « Chouette cantine » et recommandations pour le déploiement

	Difficultés	Recommandations
Co-conception	Trop de personnes impliquées dans les ateliers	Impliquer directement les responsables des équipes qui travaillent sur les écoles
Formation	Chargée (contenu) Longue (durée)	Définir les modules de formations avec les responsables pour répondre au mieux aux besoins des équipes
Outils	Pas toujours adaptés	Adapter les outils aux métiers ; Avoir une mallette « clef en main » dans laquelle les équipes peuvent piocher
Intervention	Manque de temps Manque de motivations Manque de disponibilités (sous-effectifs des équipes)	Baser les activités sur le volontariat ; Réaliser des interventions ponctuelles sur l'année scolaire et sur différents temps (pause méridienne, TAP, centres de loisirs)
Communication et pilotage du projet	Trop d'interlocuteurs	Avoir une personne qui coordonne le programme « Chouette Cantine »

En complément, une étude qualitative a interrogé les points de vue des personnels scolaires sur la mise en place d'interventions axées sur un mode de vie sain (alimentation et activité physique) dans les écoles primaires anglaises (Day et al., 2019). Les difficultés perçues dans la mise en œuvre des interventions étaient : le temps limité, le calendrier de mise en œuvre, la formation et le soutien limités, les ressources, le manque de matériel, la perception de l'intervention par le personnel et les compétences perçues pour réaliser des activités. De plus, le financement et le manque de soutien entre les équipes et de la part des responsables des écoles ont été perçus comme nuisant à sa durabilité. Dans cette même étude, les personnels ont émis des recommandations pour la réussite de futurs programmes, à savoir : un temps suffisant pour la formation et la planification des actions, un appui extérieur pour l'exécution, de bons outils (interactifs, pratiques et adaptables) et du matériel pour réaliser les activités de cuisine et de jardinage. Un autre levier évoqué était l'investissement des responsables des écoles et leur difficulté à prioriser la mise en œuvre de ce type d'interventions dans un programme déjà surchargé.

En conclusion, avant d'implémenter et/ou de déployer un programme d'éducation au goût ou à l'alimentation, il convient de s'assurer que tous les éléments essentiels sont présents : une personne qui coordonne le projet, des équipes disponibles, qualifiées et compétentes (dans le cas contraire, manifestant l'envie de se former avec l'appui de la collectivité), ainsi que des équipes motivées à tous les niveaux hiérarchiques (agents de terrain, responsables et élus).

4.7 Perspectives techniques et opérationnelles

4.7.1 Suivi des indicateurs

Notre première étude a permis d'évaluer la qualité nutritionnelle (% couverture des besoins en nutriments des enfants) ainsi que l'empreinte carbone des menus servis par la restauration scolaire de Dijon. Une des perspectives serait d'automatiser le calcul de ces indicateurs sur les menus servis quotidiennement en faisant l'appariement entre les plats (présents dans le logiciel métier Datameal) et les bases de données CIQUAL/CALNUT (ANSES) et AGRIBALYSE 3.0 (ADEME). Ces informations pourraient être utilisées par la diététicienne comme outil d'aide à la décision dans la planification des menus, avec comme unité de travail une série de 20 menus successifs. Cependant, cela ajouterait une exigence supplémentaire à celles liées au respect des fréquences du GEMRCN, mais également aux contraintes de production et d'approvisionnement (en particulier celles liées à la mise en place de la légumerie), tout en veillant à prendre en considération l'acceptation et les goûts des enfants.

Par ailleurs, des indicateurs de suivi pourraient être utilisés afin de mesurer les évolutions dans la restauration scolaire. A titre d'exemple, dans le cadre d'une étude sur la quantification des EGES des menus de la restauration collective Rennaise (Flament, 2017), des indicateurs ont été développés pour suivre l'évaluation des progrès réalisés suite à la mise en place du Plan alimentaire durable rennais. La Ville de Montpellier a également développé ses propres indicateurs de suivi en lien avec les objectifs du pacte de Milan, l'engagement de la charte pour la transition agroécologique et l'alimentation durable (objectifs de développement durable, Agenda 2030) et les objectifs de la loi EGalim. A Dijon, il serait pertinent de mettre en place des indicateurs de suivi pour chaque action déployée, en lien avec les enjeux de durabilité et/ou les objectifs de ProDij' (paragraphes 1.4.2 et 1.4.3). Des exemples sont présentés dans le **Tableau 31**.

Tableau 31 : Exemples d'actions et indicateurs de suivi pour la restauration scolaire de Dijon

Actions	Indicateurs	Unité
Mise en place de la légumerie	% de produits locaux % de produits de saison	Volume d'achat
Passage à deux menus végétariens hebdomadaires	Empreinte carbone Coût denrée Appréciation des plats par les enfants Gaspillage alimentaire (restes) Fréquentation	kgCO ₂ eq/menu €/menu Note moyenne (sur 5) g/repas/enfant Nombre d'enfants/jour
Programme « Chouette Cantine »	Appréciation des plats par les enfants Gaspillage alimentaire (restes)	Note moyenne (sur 5) g/repas/enfant

4.7.2 Utilisation des bornes

Les bornes que nous avons utilisées ont été louées pour une durée de trois ans. Elles seront donc présentes dans les 38 restaurants scolaires de Dijon jusqu'à Juin 2024. Notons que cela a pris du temps de mobiliser la Ville de Dijon pour inclure les données d'appréciation à leur système informatique. Au fil des discussions avec les membres du comité de pilotage ainsi que les personnels de terrain, plusieurs idées ont émergé autour de la mesure de l'appréciation des plats, comme par exemple :

- Compléter les données d'appréciation avec des évaluations qualitatives, par exemple un animateur et/ou un agent de service pourrait questionner quelques enfants sur les plats servis, ou leur donner la possibilité de laisser un commentaire sur un tableau en libre accès.
- Combiner les données d'appréciation aux pesées réalisées pour mesurer le gaspillage alimentaire de certains plats. Ce travail a été réalisé de manière partielle sur 12 plats servis en Mai 2022. Cette même analyse pourrait être conduite avec plus de données ce qui permettrait de conclure sur le lien entre l'appréciation le gaspillage alimentaire. Ainsi, la note d'appréciation pourrait servir de prédicteur du gaspillage alimentaire et/ou de la consommation des enfants, ce qui permettrait d'élaborer un plan d'actions plus global (par exemple, travailler sur les grammages et/ou améliorer les recettes), ou des actions spécifiques à chaque restaurant scolaire (challenges, défis, actions d'éducation).
- Evaluer l'appréciation des enfants sur d'autres composantes du repas comme les entrées qui sont parfois non-consommées, malgré leur importance dans le respect des critères du GEMRCN et l'équilibre alimentaire, comme les crudités par exemple.
- Communiquer sur les résultats des bornes auprès des enfants, des parents et des personnels de la restauration scolaire (équipes de la cuisine centrale, équipes techniques et équipes d'animation). Par exemple, en présentant chaque mois le plat « star » qui a été le plus apprécié au niveau global et sur chaque école, ainsi que le plat « bof » avec les actions envisagées pour augmenter la note d'appréciation (travailler sur la présentation et/ou la recette).

Sur la mise en place de ces perspectives, la question est de savoir s'il faut maintenir les bornes sur les 38 restaurants scolaires des écoles élémentaires ou seulement sur quelques sites volontaires qui souhaiteraient aller plus loin dans la démarche. A ce jour, la Direction enfance éducation de la Ville de Dijon a indiqué ne pas souhaiter maintenir ce dispositif au-delà de Juin 2024, tandis que la Direction de la restauration scolaire serait plutôt en faveur du maintien du dispositif. Ainsi, on peut s'interroger sur la plausibilité des autres perspectives énoncées ci-dessus.

4.7.3 Evolution de l'offre végétarienne

En Janvier 2023, la Ville de Dijon a souhaité proposer un deuxième repas végétarien à la demande des familles, sur inscription. Au cours du premier semestre 2023, 800 enfants (soit environ 10% des convives) ont bénéficié de cette option. Après avoir partagé les résultats de notre analyse scientifique (qualité nutritionnelle et empreinte carbone) avec le comité de pilotage de la thèse, les responsables des services animation, technique et restauration nous ont partagé les difficultés rencontrées sur le terrain qui ont été vérifiées par la suite : une communication limitée envers des parents, une communication insuffisante entre les parents et leurs enfants, une organisation perturbée dans les restaurants scolaire (par exemple, « *Comment identifier les enfants qui bénéficient du repas végétarien ? Que faire si un enfant souhaite le plat végétarien alors que ses parents ne l'ont pas inscrit, ou inversement ?* »). De plus, nous pouvions craindre dans le cas d'un maintien de ce système le renforcement d'un clivage basé sur le régime alimentaire des enfants (classique, sans porc, végétarien), qui pourrait conduire les agents à organiser les tables en fonction de choix alimentaires des enfants, en limitant la mixité au sein des restaurants scolaires.

Sur la base de nos résultats scientifiques et sur les remontées du terrain, l'équipe de recherche (Sophie Nicklaus, Lucile Marty et moi-même) a rédigé une note de recommandations visant à généraliser le deuxième menu végétarien hebdomadaire à l'ensemble des convives (enfants et personnels encadrants). Cette note a été transmise aux élus en charge de la restauration (**Annexe 22**). Après validation par le Maire de Dijon, tous les enfants inscrits à la restauration scolaire bénéficient de deux menus végétariens par semaine depuis Juillet 2023. Une communication à ce sujet a été transmise aux parents via la lettre d'information « Dijon Info Famille » disponible en **Annexe 23**.

Suite aux discussions avec les membres du comité de pilotage sur le menu végétarien (sans viande ni poisson), de nouvelles réflexions ont émergé. L'une d'entre elle portait sur la définition même du menu végétarien, à savoir : *Est-ce que ça ne serait pas plutôt d'une alternative à la viande dont il est question ?* Sur la période de Janvier à Juin 2023 avec l'option du deuxième menu végétarien hebdomadaire, celui-ci était parfois proposé en alternative le jour où du poisson était servi. Cela amène la question des enfants qui en consomment habituellement et qui en seraient « privés » ainsi que le maintien d'un menu à base de poisson une fois par semaine pour son intérêt nutritionnel (en particulier en vitamine D et DHA).

A titre d'exemple, la Ville de Nantes propose deux repas végétariens hebdomadaires à l'ensemble des enfants ainsi qu'un plat complet sans viande quotidiennement si l'option est choisie en début d'année scolaire. Au démarrage de la thèse, la Ville de Dijon envisageait de proposer une option végétarienne quotidienne dans son offre. Les résultats de l'enquête réalisée en Octobre 2022 ont

montré que 26% de notre échantillon de parents souhaitaient choisir cette option. En se limitant de manière très conservatrice au nombre de répondants à l'enquête, cela concernerait au moins 328 enfants. A Couëron, la ville a décidé de proposer un choix végétarien quotidien sur les restaurants scolaires, c'est-à-dire que chaque jour, les enfants peuvent choisir entre le plat classique ou le plat végétarien. Autre exemple, la Ville de Montpellier propose quatre options de menus dans son offre : (1) standard, (2) sans porc, (3) sans viande, et (4) végétarien. En 2021, l'option végétarienne quotidienne concernait 1,8% des enfants (soit environ 300 inscrits), et l'option sans viande concernait 7 000 enfants (soit environ la moitié des convives). Cette offre nécessite d'avoir deux productions tous les jours. Une des difficultés réside dans le fait de proposer des recettes variées et diversifiées, réalisées à base de produits bruts et appréciées des enfants.

Si d'autres collectivités ont mis en place une option sans viande ou végétarienne quotidienne dans leur offre, reste à savoir si la Ville de Dijon souhaite aller vers cette proposition et comment elle peut s'y préparer, compte tenu des volumes proposés et du mode d'organisation de la cuisine centrale. Cela amène également la question de la demande : *Comment amener les parents à vouloir plus de repas végétariens en restauration scolaire pour leurs enfants ?* Une stratégie serait de communiquer sur les bénéfices environnementaux mais également sur la qualité des repas servis c'est-à-dire moins de viande mais « mieux » et une montée en gamme des autres catégories d'aliments. Les enfants pourraient également convaincre leurs parents si les plats servis sont appétissants et à leur goût.

4.7.4 Déploiement du programme « Chouette Cantine »

En ce qui concerne le déploiement du programme « Chouette Cantine », la proposition retenue par le comité de pilotage était de maintenir l'implication des différentes équipes de la restauration scolaire lors de la phase de déploiement : le personnel de la cuisine centrale, les équipes techniques et les équipes d'animation. L'idée serait de reprendre les outils et les activités qui ont bien fonctionné comme la chasse au trésor des légumineuses et la visite des cuisiniers, pour les déployer chaque année sur quelques écoles volontaires par l'intermédiaire des responsables éducatifs de secteurs, tout en laissant une capacité d'initiative aux agents. De plus, il a été envisagé que le format de la chasse au trésor puisse se décliner à d'autres familles d'aliments comme les céréales ou les fruits. Par ailleurs, il nous a semblé important de recréer du lien entre les enfants et le contenu de leur assiette, par exemples en organisant la visite des cuisiniers sur les restaurants scolaires et/ou la visite des enfants à la cuisine centrale. De même, une visite de la légumerie pourrait être organisée, ainsi qu'une rencontre avec les producteurs locaux. Enfin, le programme « Chouette Cantine » pourrait évoluer et être enrichi avec d'autres propositions venant des équipes-terrain ou de nouveaux outils comme par exemple ceux développés dans le cadre du programme « Ma cantine autrement » à

Montpellier : une carte interactive avec les produits locaux à afficher dans le restaurant scolaire et un livret pédagogique permettant de faire le lien avec les enseignants et les parents. Ainsi, il semble important de lier les activités d'éducation à l'alimentation avec d'autres domaines d'éducation. Cependant la connexion avec l'ensemble des acteurs intervenants sur ce sujet semble difficile à établir.

A ce jour, la Ville de Dijon ne prévoit pas de déployer le programme « Chouette cantine » dans des écoles élémentaires qui se porteraient volontaires. Pour parvenir au déploiement, il reste encore certains freins à lever : identifier une personne pour coordonner le programme, valider la disponibilité des agents (ressources humaines) et le budget pour l'acquisition d'une mallette clef en main.

4.7.5 Formation du personnel

Concernant la formation des personnels de la restauration scolaire, plusieurs propositions ont été partagées avec les membres du comité de pilotage mais elles n'ont pas abouti pendant la durée de la thèse. En termes de contenu, nous souhaitons axer la formation sur la posture éducative auprès des agents de service et des équipes d'animation, et sur l'approche de d'alimentation durable pour l'ensemble des équipes qui travaillent à la cuisine centrale et dans les restaurants scolaires. Nous avons proposé à la Ville de Dijon d'utiliser le programme Clémantine⁵ comme un outil de formation à destination des personnels de la restauration pour les accompagner dans la transition vers une alimentation plus durable, axée sur une alimentation plus végétale. D'autres possibilités de formations ont également été partagée avec la Ville de Dijon comme par exemple : Nourrir l'avenir, Assiettes végétales, l'annuaire de formation de Végécantines, le partage d'expériences au sein du réseau UnPlusBio ou encore les formations proposées par le Centre National de la Fonction Publique Territoriale (CNFPT). En 2023, six agents de la cuisine centrale ont suivi une formation de deux jours sur la cuisine végétale délivrées par Restau'Co. Il est envisagé de former chaque année un petit groupe d'agents différents. Pour la suite, l'objectif d'évaluer les compétences-métiers des personnels de la restauration scolaire va être repris par l'action 21 de ProDij' qui se nomme « Compétences et formation », une action portée par Créativ' et pilotée par le Campus des métiers et des qualifications « Goût Alimentation, Tourisme ».

⁵Le Programme Clémantine est un programme de formation gratuit à destination des personnels de la restauration scolaire des classes primaires. Conçu de manière à faciliter au mieux son utilisation grâce à des modules vidéo courts et ludiques qui peuvent être combinés pour personnaliser les cursus de formation et s'adapter au rythme de chacun – Institut Danone. Ce programme est diffusé par le CNFPT.

Outre la formation des personnels, un enjeu sous-jacent était de fédérer les différentes équipes de la restauration scolaire autour d'un même projet basé sur des objectifs communs. En effet, le personnel de la cuisine centrale ne communique pas directement avec les personnels des restaurants scolaires, et les équipes d'animation n'échangent pas toujours avec les agents de service. Cette volonté a été évoquée de manière indirecte avec la co-construction et l'implémentation du dispositif « Chouette cantine ». Lors des ateliers sur les retours d'expérience, les équipes avaient partagé un ressenti positif sur le fait d'avoir travaillé ensemble. En effet, bien que tous soient mobilisés autour de la restauration scolaire, ils n'ont pas nécessairement l'occasion de travailler ensemble, ce qui semblait leur manquer. Par exemple, les équipes de la cuisine centrale ont beaucoup apprécié intervenir sur les écoles car cela leur permettait de sortir de leur routine et d'expliquer leur métier aux enfants. Travailler autour de projets communs est un objectif que certaines collectivités peuvent intégrer à travers les actions de lutte contre le gaspillage alimentaire ou encore en travaillant sur l'amélioration de la pause méridienne. C'est par exemple le cas de la Ville de Lyon qui a travaillé avec la Ligue de l'Enseignement pour réaliser des ateliers avec les agents afin d'aboutir à des propositions d'objectifs pédagogiques et un plan d'actions, par exemples : présenter le menu du jour, expliquer l'origine des produits, ou encore faire participer les enfants aux petites tâches et tri des déchets. Cependant, la formation des personnels et la mise en place de projets en restauration scolaire nécessitent des moyens supplémentaires, soit pour animer le collectif soit pour dégager du temps aux agents afin de leur permettre de suivre des formations, ce qui est un point limitant à l'heure actuelle.

4.7.6 Comité de dégustateurs (enfants)

Une idée qui a été évoquée pendant la thèse était de construire un projet du type « Les Ambassadeurs du Goût », c'est-à-dire des enfants qui encourageraient leurs camarades pour voter à la borne de satisfaction et qui seraient porte-paroles des autres enfants relativement aux plats les moins appréciés. De plus, il avait été envisagé que ce groupe d'enfants vienne déguster des recettes à la cuisine centrale et/ou dans les salles de dégustation du CSGA. Dans cette optique, nous avons contacté le conseil municipal des enfants (CME) pour savoir si une commission souhaitait travailler sur le thème de la restauration scolaire. En Juin 2021, Lucile Marty et moi-même avons organisé une séance avec la commission « temps libre » pour parler de la restauration scolaire et des menus servis, et nous avons demandé aux enfants présents s'ils étaient motivés pour mener un projet autour de la restauration scolaire. Par la suite, deux séances ont été réalisées avec les commissions « temps libre » et « solidarité santé ». La première séance s'est déroulée en Janvier 2022, les enfants ont été accueillis dans les locaux du CSGA afin de réaliser quelques expériences de dégustation, ainsi qu'un exercice sur l'écriture d'un menu animé par Eveil'O'Goût. La deuxième séance s'est tenue à la cuisine centrale en

Février 2022. Lors de cette session, les enfants ont visité la cuisine centrale puis élaboré un menu à thème avec la diététicienne. Ce menu appelé « Une chouette journée » a ensuite été servi à l'ensemble de enfants dans les restaurants scolaires de Dijon.

Enfin, pour aborder la question de l'alimentation de manière plus globale, nous avons envisagé de construire et d'évaluer un parcours alimentaire urbain à réaliser sur le temps scolaire ou extra-scolaire. Les enfants auraient plusieurs visites « de la fourche à la fourchette » qui s'étaleraient ponctuellement tout au long de l'année scolaire sur différents sites : le jardin l'arquebuse, chez un producteur local (par exemple de lentilles), la légumerie, la cuisine centrale, la cité internationale de la gastronomie, le CSGA, et le marché des halles.

4.7.7 Gouvernance de la restauration scolaire

Le concept de gouvernance renvoie à l'intégration des parties prenantes et à la remise en question du rôle prépondérant des élus dans les processus de gouvernement (Jouve, 2005). La transition alimentaire étant un processus global impliquant une grande diversité d'acteurs, le service de la restauration scolaire pourrait mettre en place une gouvernance tripartite (collectivité, éducation nationale et parents) de façon à ce que ce service entre dans le champ de compétence des conseils d'école et des enseignants (Terra Nova, 2020). Un autre moyen d'impliquer les parties prenantes dans le pilotage de la restauration scolaire et de créer un espace de discussion serait d'élargir les commissions menus, en créant par exemple un ou des « comités restauration » qui se réuniraient par quartier afin d'aborder divers sujets en lien avec l'alimentation à l'école, au-delà de la question de la composition des menus. A l'heure actuelle, l'organisation « en silo » adoptée par la Ville de Dijon ne permet pas d'échanger et d'avancer de façon constructive sur des projets transversaux tels que la restauration scolaire. En effet, en plus d'être séparées géographiquement, la cuisine centrale et les équipes des restaurants scolaires dépendent de deux directions différentes : « Transition climatique » pour la restauration municipale et alimentation durable, et « Cohésion sociale » pour le service Enfance Education.

Par ailleurs, la société civile peut faire partie des acteurs légitimes à impliquer dans la gestion de la restauration scolaire. A titre d'exemple, la Ville de Nantes a conduit en Juin 2022 une consultation sur la restauration scolaire auprès des enfants et de leurs parents. Au premier semestre 2023, un premier dialogue citoyen s'est tenu autour de trois axes : l'éducation à l'alimentation saine, l'égalité d'accès au service de la restauration scolaire et la gouvernance partagée. Suite aux propositions recueillies, les enfants, les parents, les professionnels (animateurs périscolaires et extra-scolaires, agents d'entretien et de restauration, agents de la cuisine centrale, enseignants) vont être amenés à

réfléchir aux habitudes alimentaires saines et responsables à mettre en place à l'école. Autre exemple à Rennes, le plan alimentaire durable s'est fixé des objectifs chiffrés à trois ans sur la politique d'achat, la fabrication et la distribution des repas ainsi que le temps du repas. A Dijon, le Living Lab est un projet majeur de la stratégie de transition alimentaire portée par Dijon métropole. Il a pour vocation de sensibiliser et impliquer les citoyens sur l'alimentation et la transition alimentaire, mais aussi d'analyser les attentes et les besoins des usagers. Ainsi, le Living Lab pourrait recueillir les attentes et les besoins des citoyens (parents comme enfants) tout en fournissant des informations sur la restauration scolaire de Dijon. Cela pourrait également être une des missions du service « Participation citoyenne » qui fait partie de la même direction que la restauration municipale. Dans les deux cas, l'idée est bien de construire une restauration scolaire durable tout en favorisant la participation des acteurs concernés dans la prise de décision, et *in fine* les utilisateurs du service.

Conclusion

L'objectif de cette thèse visait dans un premier temps à établir un diagnostic des critères de durabilité de l'alimentation dans la restauration scolaire de la Ville de Dijon puis dans un second temps d'identifier, mettre en œuvre et évaluer des leviers d'action afin d'y promouvoir une alimentation plus durable. Pour ce travail, il était nécessaire de définir les objectifs prioritaires et de co-crée les actions avec les parties prenantes. Ainsi, les objectifs de la thèse se sont recentrés autour de l'augmentation de la fréquence des menus végétariens dans l'offre de la restauration scolaire de Dijon, afin de répondre à la réglementation en vigueur et aux enjeux actuels de durabilité.

Ce travail de thèse a montré que les menus servis par la restauration scolaire de Dijon, qu'ils soient végétariens ou non, étaient de bonne qualité nutritionnelle et globalement appréciés des enfants. Les menus végétariens émettaient en moyenne deux fois moins de gaz à effet de serre que les menus à base de viande ou de poisson. Néanmoins, les plats à base d'aliments végétaux (notamment les légumes et les légumineuses) étaient moins appréciés que les plats à base d'œufs et/ou fromage, qui possédaient une moins bonne qualité nutritionnelle. Par ailleurs, les repas végétariens étaient légèrement plus appréciés que les plats à base de viande ou de poisson dans les écoles avec un contexte socio-économique moins favorisés. Afin d'augmenter l'appréciation des plats végétariens les moins plébiscités, un programme nommé « Chouette Cantine » a été co-crée avec les personnels de la restauration scolaire de Dijon en partenariat avec l'association Eveil'Ô'Goût. L'évaluation de ce programme a montré quelques effets sur le comportement des enfants, notamment sur leurs connaissances, leur envie de goûter et leur capacité à identifier l'un des deux aliments ciblés pour l'intervention (les haricots rouges). Concernant les parents dont les enfants sont inscrits à la restauration scolaire de Dijon, la diffusion d'une enquête a permis de constater que 49% des répondants souhaitait inscrire leur enfant à un deuxième repas végétarien hebdomadaire et 26% à un repas végétarien quotidien. Les parents qui souhaitaient davantage de repas végétariens dans la restauration scolaire étaient ceux qui excluaient déjà le porc de l'alimentation de leurs enfants, ceux qui avaient un niveau d'éducation élevé et ceux dont les enfants fréquentent moins régulièrement la cantine. Les critères de choix alimentaires « respectueux de l'environnement », « issus du commerce équitable », « bons pour la santé » et « respectueux du bien-être animal » ont joué un rôle important dans la volonté d'augmenter la fréquence de repas végétariens, tandis que les critères « familiers ou habituels » et « bons à manger » ont été identifiés comme de potentiels obstacles.

Par conséquent, l'augmentation de la fréquence des repas végétariens en restauration semble être une bonne stratégie pour une collectivité qui souhaite relever le défi de réduire son empreinte carbone, tout en maintenant la qualité nutritionnelle des menus (en veillant à leur composition), sans

altérer la satisfaction des enfants, et en répondant à une demande exprimée par certains parents. Pour accompagner cette transition, des actions courtes d'éducation au goût à destination des enfants peuvent être réalisées sur le temps de la pause méridienne en impliquant les personnels de la restauration scolaire.

Afin d'approfondir la réflexion sur l'accompagnement de la restauration scolaire de Dijon dans l'augmentation de son offre en menus végétariens sans altérer les dimensions de la durabilité, il serait intéressant d'évaluer la consommation réelle des enfants pour s'assurer de la couverture de leurs besoins nutritionnels en fonction des différents menus servis. De plus, recenser les plats peu appréciés et peu consommés par les enfants permettrait à la diététicienne d'inclure cette information dans la planification des menus et aux cuisiniers de travailler sur les recettes. Par ailleurs, identifier les restaurants scolaires où les plats sont moins bien consommés et/ou appréciés permettrait de cibler les écoles prioritaires sur lesquelles proposer des actions d'éducation au goût. Enfin, suite à la mise en place du deuxième menu végétarien hebdomadaire, il serait intéressant de suivre la fréquentation des différents restaurants scolaires. Cela permettrait dans un premier temps de juger si l'offre est un déterminant majeur de la fréquentation (outre le prix du repas payé par les familles), et si tel est le cas, évaluer si la mise en place d'une option végétarienne quotidienne permettrait de rendre la restauration scolaire accessible à un plus grand nombre d'enfants.

Un autre élément clef pour accompagner l'offre en repas végétarien dans la restauration scolaire est la formation et la montée en compétences des personnels. Il s'agirait de former le personnel de la cuisine centrale à de nouveaux gestes culinaires et des recettes savoureuses pour les enfants, ainsi que le personnel de service et les animateurs à la mise en œuvre d'actions pédagogiques, en leur transmettant des éléments de posture et de langage. Enfin, la dimension socio-économique qui entre dans la définition d'une restauration scolaire durable pourrait être incluse en étudiant d'une part les coûts denrées des différents types de menus, d'autre part les approvisionnements en produits de qualité (EGAlim) ainsi qu'en produits locaux pour analyser les retombées au niveau du développement territorial.

Enfin, la Ville de Dijon pourrait promouvoir sa restauration scolaire en organisant des visites commentées de la légumerie, de la cuisine centrale et des restaurants scolaires à destination des personnels, des enfants, des parents et des citoyens. Cela permettrait aux mangeurs de découvrir les différentes étapes de production, de connaître les contraintes de fonctionnement et de saisir l'ampleur du travail réalisé chaque jour par les professionnels de terrain.

Références

- ADEME, A(R)GILE, Biens Communs, Framhein, Effet2Levier, Maiom. (2021). *Freins et leviers pour une restauration collective scolaire plus durable*, volet 1. 72p.
- ADEME. (2018). *Infographie « Le gaspillage alimentaire dans la restauration collective »*. <https://presse.ademe.fr/wp-content/uploads/2018/10/INFOGRAPHIE-FAITS-ET-CHIFFRES-GA-ADEME.pdf>
- ADEME. (2019). *Alimentation durable : Définition et enjeux*. Optigede. <https://optigede.ademe.fr/alimentation-durable>
- ADEME. (2021). *Freins et leviers pour une restauration collective scolaire plus durable*. <https://librairie.ademe.fr/consommer-autrement/4556-freins-et-leviers-pour-une-restauration-collective-scolaire-plus-durable.html>
- AGORES, CENA & CEDE. (2022). *Recommandations aux acheteurs de la restauration collective*. https://medias.amf.asso.fr/upload/files/Synthese_SOJA.pdf
- Agreste. (2020). *Enquête sur l'approvisionnement des restaurations collectives : Premières approche des pratiques d'achat « de proximité » dans la restauration collective de Bourgogne-Franche-Comté en 2019*. <https://draaf.bourgogne-franche-comte.agriculture.gouv.fr/enquete-sur-l-approvisionnement-des-restaurations-collectives-a2034.html>
- Alexy, U., Fischer, M., Weder, S., Längler, A., Michalsen, A., & Sputtek, A. (2021). Nutrient Intake and Status of German Children and Adolescents Consuming Vegetarian, Vegan or Omnivore Diets : Results of the VeChi Youth Study. *Nutrients*, 13(5), 1707. <https://doi.org/10.3390/nu13051707>
- Allès, B., Baudry, J., Méjean, C., Touvier, M., Péneau, S., Hercberg, S., & Kesse-Guyot, E. (2017). Comparison of Sociodemographic and Nutritional Characteristics between Self-Reported Vegetarians, Vegans, and Meat-Eaters from the NutriNet-Santé Study. *Nutrients*, 9(9), 1023. <https://doi.org/10.3390/nu9091023>
- ANSES. (2012a). *La restauration scolaire*. <https://www.anses.fr/fr/content/la-restauration-scolaire>
- ANSES. (2012b). *Le sel*. <https://www.anses.fr/fr/content/le-sel>
- ANSES. (2017). *Étude individuelle nationale des consommations alimentaires 3 (INCA 3)*. <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2014SA0234Ra.pdf>
- ANSES. (2019). *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'actualisation des repères alimentaires du PNNS pour les enfants de 4 à 17 ans*. <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2017SA0142.pdf>
- ANSES. (2020). *Note d'appui scientifique et technique de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux recommandations nutritionnelles*

- pour la mise en place d'une expérimentation en milieu scolaire de menus végétariens. <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2019SA0205.pdf>
- ANSES. (2021a). *Consommations alimentaires et apports nutritionnels dans la restauration hors foyer en France*. <https://www.anses.fr/fr/system/files/OQALI2018SA0291Ra.pdf>
- ANSES. (2021b). *Appui scientifique et technique relatif aux fréquences alimentaires recommandées en restauration scolaire dans le cadre de l'expérimentation du menu végétarien*. https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2020SA0101Ra_0.pdf
- ANSES. (2021c). *Les lipides*. <https://www.anses.fr/fr/content/les-lipides>
- ANSES. (2021d). *Les références nutritionnelles en vitamines et minéraux*. <https://www.anses.fr/fr/content/les-references-nutritionnelles-en-vitamines-et-mineraux>
- ANSES. (2022). *Vitamine D : Pourquoi et comment assurer un apport suffisant ?* <https://www.anses.fr/fr/content/vitamine-d-pourquoi-et-comment-assurer-un-apport-suffisant>
- Ares, G., De Rosso, S., Mueller, C., Philippe, K., Pickard, A., Nicklaus, S., van Kleef, E., & Varela, P. (2023). Development of food literacy in children and adolescents : Implications for the design of strategies to promote healthier and more sustainable diets. *Nutrition Reviews*, nuad072. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuad072>
- Avallone, S., Giner, C., Nicklaus, S., & Darmon, N. (2023). *School Food Case Study : France*. <https://acrobat.adobe.com/link/track?uri=urn%3Aaaid%3Ascde%3AUS%3A9192d6b9-0eff-396d-8e70-fc71939bfe52>
- Association Végétarienne de France, & Greenpeace France. (2021). *Option végétarienne dans les cantines : La réalité du terrain*. https://cdn.greenpeace.fr/site/uploads/2021/03/Enquete-optionvege_RestauCo_AVFGreenpeace2021VF.pdf
- Barbier, C., Couturier, C., Pourouchottamin, P., Cayla, J.-M., Sylvestre, M., & Pharabod, I. (2019). *L'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France*. <https://librairie.ademe.fr/cadic/781/rapport-francais-bilan-carbone-alimentation-france-2019.pdf>
- Batlle-Bayer, L., Bala, A., Aldaco, R., Vidal-Monés, B., Colomé, R., & Fullana-i-Palmer, P. (2021). An explorative assessment of environmental and nutritional benefits of introducing low-carbon meals to Barcelona schools. *Science of The Total Environment*, 756, 143879. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143879>
- Battjes-Fries, M. C., Haveman-Nies, A., Renes, R.-J., Meester, H. J., & van 't Veer, P. (2015). Effect of the Dutch school-based education programme 'Taste Lessons' on behavioural determinants of taste acceptance and healthy eating : A quasi-experimental study. *Public Health Nutrition*, 18(12), 2231-2241. <https://doi.org/10.1017/S1368980014003012>

- Bellassen, V., Drut, M., Antonioli, F., Brečić, R., Donati, M., Ferrer-Pérez, H., Gauvrit, L., Hoang, V., Steinnes, K. K., Lilavanichakul, A., Majewski, E., Malak-Rawlikowska, A., Mattas, K., Nguyen, A., Papadopoulos, I., Peerlings, J., Ristic, B., Maksan, M. T., Török, Á., Vittersø, G., Diallo, A. (2021). The Carbon and Land Footprint of Certified Food Products. *Journal of Agricultural & Food Industrial Organization*, 19(2), 113-126. <https://doi.org/10.1515/jafio-2019-0037>
- Bellemans, & De Mayer. (2005). *Poids et mesures : Manuel de quantification standardisée des denrées alimentaires*. 274p.
- Bennetau-Pelissero, C. (2019). Natural Estrogenic Substances, Origins, and Effects. In J.-M. Mérillon & K. G. Ramawat (Éds.), *Bioactive Molecules in Food* (p. 1157-1224). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-78030-6_10
- Benvenuti, L., De Santis, A., Santesarti, F., & Tocca, L. (2016). An optimal plan for food consumption with minimal environmental impact : The case of school lunch menus. *Journal of Cleaner Production*, 129, 704-713. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.051>
- Bertin, E. (2020). Pour une approche tridimensionnelle de l'éducation à l'alimentation. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 55(3), 119-126. <https://doi.org/10.1016/j.cnd.2020.03.002>
- Beslay, M., Srouf, B., Méjean, C., Allès, B., Fiolet, T., Debras, C., Chazelas, E., Deschasaux, M., Wendeu-Foyet, M. G., Hercberg, S., Galan, P., Monteiro, C. A., Deschamps, V., Andrade, G. C., Kesse-Guyot, E., Julia, C., & Touvier, M. (2020). Ultra-processed food intake in association with BMI change and risk of overweight and obesity : A prospective analysis of the French NutriNet-Santé cohort. *PLOS Medicine*, 17(8), e1003256. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003256>
- Birch, L., Savage, J. S., & Ventura, A. (2007). Influences on the Development of Children's Eating Behaviours : From Infancy to Adolescence. *Canadian journal of dietetic practice and research*, 68(1):s1-s56. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2678872/>
- Boschiero, M., De Laurentiis, V., Caldeira, C., & Sala, S. (2023). Comparison of organic and conventional cropping systems : A systematic review of life cycle assessment studies. *Environmental Impact Assessment Review*, 102, 107187. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107187>
- Brennan, S. F., Lavelle, F., Moore, S. E., Dean, M., McKinley, M. C., McCole, P., Hunter, R. F., Dunne, L., O'Connell, N. E., Cardwell, C. R., Elliott, C. T., McCarthy, D., & Woodside, J. V. (2021). Food environment intervention improves food knowledge, wellbeing and dietary habits in primary school children : Project Daire, a randomised-controlled, factorial design cluster trial. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 18(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01086-y>
- Bryant, M., Burton, W., O'Kane, N., Woodside, J. V., Ahern, S., Garnett, P., Spence, S., Sharif, A., Rutter, H., Baker, T., & Evans, C. E. L. (2023). Understanding school food systems to support the development and implementation of food based policies and interventions. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 20(1), 29. <https://doi.org/10.1186/s12966-023-01432-2>

- Byker, C. J., Pinard, C. A., Yaroch, A. L., & Serrano, E. L. (2013). New NSLP guidelines : Challenges and opportunities for nutrition education practitioners and researchers. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 45(6), 683-689. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2013.06.004>
- Camilleri, G. M., Verger, E. O., Huneau, J.-F., Carpentier, F., Dubuisson, C., & Mariotti, F. (2013). Plant and Animal Protein Intakes Are Differently Associated with Nutrient Adequacy of the Diet of French Adults. *The Journal of Nutrition*, 143(9), 1466-1473. <https://doi.org/10.3945/jn.113.177113>
- Carraway-Stage, V., Spangler, H., Borges, M., & Goodell, L. S. (2014). Evaluation of a pictorial method to assess liking of familiar fruits and vegetables among preschool children. *Appetite*, 75, 11-20. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2013.12.011>
- Centre d'études et de prospectives. (2013). *Les différences sociales en matière d'alimentation - Analyse n°64*. Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. <https://agriculture.gouv.fr/telecharger/59841>
- Centre d'études et de prospectives. (2023). *Amélioration de la qualité des repas en restauration collective : Mobilisation des acteurs et premiers résultats - Analyse n°189*. Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. <https://agriculture.gouv.fr/telecharger/137367>
- Cerutti, A. K., Ardente, F., Contu, S., Donno, D., & Beccaro, G. L. (2017). Modelling, assessing, and ranking public procurement options for a climate-friendly catering service. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 23(1), 95-115. <https://doi.org/10.1007/s11367-017-1306-y>
- CGAAER. (2018). *Education alimentaire de la jeunesse*. <https://agriculture.gouv.fr/telecharger/95650>
- CGAAER. (2021). *Évaluation de l'expérimentation du menu végétarien hebdomadaire en restauration collective scolaire*. <https://agriculture.gouv.fr/telecharger/126736>
- Cheah, I., Sadat Shimul, A., Liang, J., & Phau, I. (2020). Drivers and barriers toward reducing meat consumption. *Appetite*, 149, 104636. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104636>
- Chiaverina, P., Raynaud, E., Fillâtre, M., Nicklaus, S., & Bellassen, V. (2023). The Drivers of the Nutritional Quality and Carbon Footprint of School Menus in the Paris Area. *Journal of Agricultural & Food Industrial Organization*, 21(2), 147-169. <https://doi.org/10.1515/jafio-2021-0051>
- Clark, M. A., Springmann, M., Hill, J., & Tilman, D. (2019). Multiple health and environmental impacts of foods. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(46), 23357-23362. <https://doi.org/10.1126/science.aba7357>
- CNA. (2019). *Éducation à l'alimentation, Avis n°84*. <https://cna-alimentation.fr/download/avis-n84-education-a-lalimentation/#>
- CNA. (2022). *Nouveaux comportements alimentaires, Avis n°90*. https://www.sirene-diffusion.fr/regia/S31/cna/CNA_Avis90.pdf

- Cnesco. (2017). *Qualité de vie à l'école, Enquête sur la restauration et l'architecture scolaires*. https://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2017/10/170929_Note_QdeVie_VF.pdf
- Cohen, J. F. W., Richardson, S., Parker, E., Catalano, P. J., & Rimm, E. B. (2014). Impact of the new U.S. Department of Agriculture school meal standards on food selection, consumption, and waste. *American Journal of Preventive Medicine*, 46(4), 388-394. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2013.11.013>
- CNRC. (2020). *Expérimentation du menu végétarien*. <https://agriculture.gouv.fr/restauration-scolaire-tout-savoir-sur-le-menu-vegetarien-hebdomadaire>
- CNRC. (2022). *Guide pratique pour un approvisionnement durable et de qualité*. <https://agriculture.gouv.fr/telecharger/125892>
- Cooke, L. (2007). The importance of exposure for healthy eating in childhood : A review. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 20(4), 294-301. <https://doi.org/10.1111/j.1365-277X.2007.00804.x>
- Cooreman-Algoed, M., Huysveld, S., Lachat, C., & Dewulf, J. (2020). How to integrate nutritional recommendations and environmental policy targets at the meal level : A university canteen example. *Sustainable Production and Consumption*, 21, 120-131. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.10.004>
- Cottet, P., Ferrandi, J.-M., Lichtlé, M.-C., & Plichon, V. (2017). *La compréhension des moteurs des comportements alimentaires : Une approche par le food choice questionnaire*. 12^{ème} journée du Marketing Agroalimentaire, Septembre 2017, Montpellier France. (hal-01900329)
- Cour des comptes. (2020). *Les services communaux de la restauration collective : une maîtrise des coûts inégale, des attentes nouvelles*. https://medias.amf.asso.fr/upload/files/Cour_Comptes_Restauration.pdf
- Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., & Leip, A. (2021). Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food*, 2(3), Art. 3. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00225-9>
- Cullerton, K., Donnet, T., Lee, A., & Gallegos, D. (2018). Effective advocacy strategies for influencing government nutrition policy : A conceptual model. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 15(1), 83. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0716-y>
- Dagevos, H. (2021). Finding flexitarians : Current studies on meat eaters and meat reducers. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 530-539. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.021>
- Day, R. E., Sahota, P., & Christian, M. S. (2019). Effective implementation of primary school-based healthy lifestyle programmes : A qualitative study of views of school staff. *BMC Public Health*, 19(1), 1239. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7550-2>
- De Laurentiis, V., Hunt, D. V. L., & Rogers, C. D. F. (2017). Contribution of school meals to climate change water use in England. *Energy Procedia*, 123, 204–211. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.241>

- De Laurentiis, V., Hunt, D. V. L., Lee, S. E., & Rogers, C. D. F. (2019). EATS : A life cycle-based decision support tool for local authorities and school caterers. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 24(7), 1222-1238. <https://doi.org/10.1007/s11367-018-1460-x>
- de Boer, J., & Aiking, H. (2022). Do EU consumers think about meat reduction when considering to eat a healthy, sustainable diet and to have a role in food system change? *Appetite*, 170, 105880. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105880>
- Donadini, G., Spigno, G., & Porretta, S. (2021). Preschooler liking of meal components : The impact of familiarity, neophobia, and sensory characteristics. *Journal of Sensory Studies*, 36(3). <https://doi.org/10.1111/joss.12649>
- Dovey, Terence M., Paul A. Staples, E. Leigh Gibson, et Jason C. G. Halford. 2008. . « Food Neophobia and “picky/Fussy” Eating in Children: A Review ». *Appetite* 50(2-3):181-93. doi: 10.1016/j.appet.2007.09.009.
- DRAAF. (2015). *Note d'information - Obligations nutritionnelles en restauration scolaire, GEMRCN et portions à servir aux convives en restauration scolaire*. https://draaf.auvergne-rhone-alpes.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/note_oblig_nutrition_restau_scolaire_portions_cle04d131.pdf
- Drouillet-Pinard, Peggy, Carine Dubuisson, Isabelle Bordes, Irène Margaritis, Sandrine Lioret, et Jean-Luc Volatier. 2017. « Socio-Economic Disparities in the Diet of French Children and Adolescents: A Multidimensional Issue ». *Public Health Nutrition* 20(5):870-82. doi: 10.1017/S1368980016002895.
- Dubuisson, C. (2013). *Restauration scolaire et alimentation des enfants et des adolescents en France : État des lieux et efficacité de la réglementation*. AgroParisTech. https://hal.science/tel-01875306/file/Th%c3%a8se_Carine_Dubuisson_Manuscrit_VF.pdf
- EFSA. (2017). Dietary Reference Values for nutrients Summary report. *EFSA Supporting Publications*, 14(12). <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2017.e15121>
- Elinder, L. S., Eustachio Colombo, P., Patterson, E., Parlesak, A., & Lindroos, A. K. (2020). Successful Implementation of Climate-Friendly, Nutritious, and Acceptable School Meals in Practice : The OPTIMAT™ Intervention Study. *Sustainability*, 12(20), 8475. <https://doi.org/10.3390/su12208475>
- Elliott, L., Keown-Stoneman, CD. G., Birken, C., & al, et. (2022). *Vegetarian Diet, Growth, and Nutrition in Early Childhood : A Longitudinal Cohort Study*. *Pediatrics*; 149(6):e2021052598.
- Erhardt, J., & Olsen, A. (2021). Meat Reduction in 5 to 8 Years Old Children—A Survey to Investigate the Role of Parental Meat Attachment. *Foods*, 10(8), 1756. <https://doi.org/10.3390/foods10081756>

- Eustachio Colombo, P., Elinder, L. S., Patterson, E., Parlesak, A., Lindroos, A. K., & Andermo, S. (2021). Barriers and facilitators to successful implementation of sustainable school meals : A qualitative study of the OPTIMAT™-intervention. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 18(1), 89. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01158-z>
- Eustachio Colombo, P., Patterson, E., Lindroos, A. K., Parlesak, A., & Elinder, L. S. (2020). Sustainable and acceptable school meals through optimization analysis : An intervention study. *Nutrition Journal*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12937-020-00579-z>
- FAO. (2010). Sustainable diets and Biodiversity—Directions and solutions for policy, research and action. <https://www.fao.org/3/i3004e/i3004e.pdf>
- Feur, E., Michaud, C., Leynaud-Rouaud, C., Gerbouin-Rerolle, P., Boucher, J., Chateil, S., Gourdon, M., & Ledesert, B. (2001). cantine et surpoids : Existe-t-il un lien? *Journal de Pédiatrie et de Puériculture*, 14(3), 184-185. [https://doi.org/10.1016/S0987-7983\(01\)80064-5](https://doi.org/10.1016/S0987-7983(01)80064-5)
- Fiolet, T., Srour, B., Sellem, L., Kesse-Guyot, E., Allès, B., Méjean, C., Deschasaux, M., Fassier, P., Latino-Martel, P., Beslay, M., Hercberg, S., Lavalette, C., Monteiro, C. A., Julia, C., & Touvier, M. (2018). Consumption of ultra-processed foods and cancer risk : Results from NutriNet-Santé prospective cohort. *BMJ*, 360, k322. <https://doi.org/10.1136/bmj.k322>
- Flament, C. (2017). *Méthode de quantification des émissions de gaz à effet de serre des menus de la restauration collective Rennaise & mise en place d'une évaluation des progrès réalisés, dans le cadre du Plan Alimentaire Durable Rennais.*
- Fouillet, H., Dussiot, A., Perraud, E., Wang, J., Huneau, J.-F., Kesse-Guyot, E., & Mariotti, F. (2023). *Plant to animal protein ratio in the diet : Nutrient adequacy, long-term health and environmental pressure* (p. 2022.05.20.22275349). medRxiv. <https://doi.org/10.1101/2022.05.20.22275349>
- FranceAgriMer. (2021). *Végétariens et flexitariens en France en 2020..* <https://www.franceagrimer.fr/content/download/66748/document/RapportCompletVegetariensFlexitariensEnFrance2020.pdf>
- Franchini, C., Biasini, B., Rosi, A., & Scazzina, F. (2023). Best practices for making the university campus a supportive environment for healthy and sustainable diets. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 32, 100436. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2022.100436>
- Gardner, G., Burton, W., Sinclair, M., & Bryant, M. (2023). Interventions to Strengthen Environmental Sustainability of School Food Systems : Narrative Scoping Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(11), 5916. <https://doi.org/10.3390/ijerph20115916>
- GEMRCN. (2011). *Recommandation nutrition.* Complétée et mise à jour au 10 octobre 2011. <https://www.economie.gouv.fr/daj/oeap-archives-recommandation-nutrition-gem-rcn-completee-et-mise-a-jour-10-octobre-2011>

- GEMRCN. (2013). *Recommandation nutrition*. Version 1.3 - Août 2013. <https://www.economie.gouv.fr/daj/recommandation-nutrition-gem-rcn>
- GEMRCN. (2015). *Recommandation nutrition*. Version 2.0 - Juillet 2015. <https://www.economie.gouv.fr/daj/recommandation-nutrition>
- Ginioux, C., Grousset, J., Mestari, S., & Ruiz, F. M. M. (2006). Prévalence de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent scolarisés en Seine Saint-Denis. *Santé Publique*, 18(3), 389-400. <https://doi.org/10.3917/spub.063.0389>
- González-García, S., González-García, R., González Vázquez, L., Moreira, M. T., & Leis, R. (2020). Tracking the environmental footprints of institutional restaurant service in nursery schools. *Science of The Total Environment*, 728, 138939. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138939>
- Graça, J., Roque, L., Guedes, D., Campos, L., Truninger, M., Godinho, C., & Vinnari, M. (2022). Enabling sustainable food transitions in schools : A systemic approach. *British Food Journal*, 124(13), 322-339. <https://doi.org/10.1108/BFJ-11-2021-1188>
- Greenpeace. (2023). *Historique, enjeux et avenir du déploiement des menus végétariens en restauration collective*.
- Hamerschlag, K., & Kraus-Polk, J. (2017). *A recipe for combating climate change*. https://foe.org/wp-content/uploads/2017/webiva_fs_2/FOE_FoodPrintReport_7F.pdf
- Hang, H., Davies, I., & Schüring, J. (2020). Children's conformity to social norms to eat healthy : A developmental perspective. *Social Science & Medicine*, 244, 112666. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2019.112666>
- Hussar, K. M., & Harris, P. L. (2009). Children Who Choose Not to Eat Meat : A Study of Early Moral Decision-making: Children Who Choose Not to Eat Meat. *Social Development*, 19(3), 627-641. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9507.2009.00547.x>
- Insee. (2015). *Cinquante ans de consommation alimentaire : Une croissance modérée, mais de profonds changements*. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1379769>
- Jouve, B. (2005). La démocratie en métropoles : Gouvernance, participation et citoyenneté. *Revue française de science politique*, 55(2), 317-337. <https://doi.org/10.3917/rfsp.552.0317>
- Keller, K. L., Shehan, C., Cravener, T., Schlechter, H., & Hayes, J. E. (2022). Do children really eat what they like? Relationships between liking and intake across laboratory test-meals. *Appetite*, 172, 105946. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2022.105946>
- Kildegaard, H., Tønning, E., & Thybo, A. K. (2011). Preference, liking and wanting for beverages in children aged 9–14years : Role of sourness perception, chemical composition and background variables. *Food Quality and Preference*, 22(7), 620-627. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.03.005>

- Kim, G., Oh, J., & Cho, M. (2022). Differences between Vegetarians and Omnivores in Food Choice Motivation and Dietarian Identity. *Foods*, 11(4), 539. <https://doi.org/10.3390/foods11040539>
- Kluczkowski, A., Menezes, C. A., da Silva, J. T., Bastos, L., Lait, R., Cook, J., Cruz, B., Cerqueira, B., Lago, R. M. R. S., Gomes, A. N., Ladeia, A. M. T., Schmidt Rivera, X., Vianna, N., Reynolds, C. J., Oliveira, R. R., & Bridle, S. L. (2022). An Environmental and Nutritional Evaluation of School Food Menus in Bahia, Brazil That Contribute to Local Public Policy to Promote Sustainability. *Nutrients*, 14(7), 1519. <https://doi.org/10.3390/nu14071519>
- Kulak, M., Nemecek, T., Frossard, E., Chable, V., & Gaillard, G. (2015). Life cycle assessment of bread from several alternative food networks in Europe. *Journal of Cleaner Production*, 90, 104-113. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.060>
- Let's Food, & Eating City. (2021). *Les cantines scolaires au service de systèmes alimentaires territoriaux durables*. https://www.letsfood.fr/_files/ugd/c96d90_9b7b2730e6ff4742ac95aa1c6bc66c71.pdf
- L'Autre cuisine. (2022). *Coût de la restauration scolaire : Casse-tête dans l'assiette*. <https://autre cuisine.fr/blog/cout-de-la-restauration-scolaire-casse-tete-dans-lassiette>
- Liz Martins, M., Rodrigues, S. S. P., Cunha, L. M., & Rocha, A. (2020). Factors influencing food waste during lunch of fourth-grade school children. *Waste Management (New York, N.Y.)*, 113, 439-446. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.06.023>
- Loiseau, E., Colin, M., Alaphilippe, A., Coste, G., & Roux, P. (2020). To what extent are short food supply chains (SFSCs) environmentally friendly? Application to French apple distribution using Life Cycle Assessment. *Journal of Cleaner Production*, 276, 124166. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124166>
- Lombardini, C., & Lankoski, L. (2013). Forced Choice Restriction in Promoting Sustainable Food Consumption : Intended and Unintended Effects of the Mandatory Vegetarian Day in Helsinki Schools. *Journal of Consumer Policy*, 36(2), 159-178. <https://doi.org/10.1007/s10603-013-9221-5>
- Macdiarmid, J. I., Douglas, F., & Campbell, J. (2016). Eating like there's no tomorrow : Public awareness of the environmental impact of food and reluctance to eat less meat as part of a sustainable diet. *Appetite*, 96, 487-493. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.10.011>
- Maréchal, G. (2008). *Les circuits courts alimentaires. Bien manger dans les territoires*. Éducagri éditions. (214p). <https://doi.org/10.3917/edagri.colle.2008.01>
- Mariotti, F., & Gardner, C. D. (2019). Dietary Protein and Amino Acids in Vegetarian Diets-A Review. *Nutrients*, 11(11), 2661. <https://doi.org/10.3390/nu11112661>
- Martinez, S., Delgado, M. del M., Marin, R. M., & Alvarez, S. (2020). Carbon footprint of school lunch menus adhering to the Spanish dietary guidelines. *Carbon Management*, 11(4), 427-439. <https://doi.org/10.1080/17583004.2020.1796169>

- Martins, M. L., Rodrigues, S. S., Cunha, L. M., & Rocha, A. (2021). School lunch nutritional adequacy : What is served, consumed and wasted. *Public Health Nutrition*, 24(13), 4277-4285. <https://doi.org/10.1017/S1368980020004607>
- Marty, L., Chambaron, S., Nicklaus, S., & Monnery-Patris, S. (2018). Learned pleasure from eating : An opportunity to promote healthy eating in children? *Appetite*, 120, 265-274. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.09.006>
- Marty, L., de Lauzon-Guillain, B., Labesse, M., & Nicklaus, S. (2021). Food choice motives and the nutritional quality of diet during the COVID-19 lockdown in France. *Appetite*, 157, 105005. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.105005>
- Masset, G., Soler, L.-G., Vieux, F., & Darmon, N. (2014). Identifying Sustainable Foods : The Relationship between Environmental Impact, Nutritional Quality, and Prices of Foods Representative of the French Diet. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 114(6), 862-869. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2014.02.002>
- Math, A. (2019). *L'accès à la cantine scolaire pour les enfants de familles défavorisées* - Un état de lieux de enjeux et des obstacles. <https://ires.fr/publications/documents-de-travail-de-lires/n-01-2019-l-acces-a-la-cantine-scolaire-pour-les-enfants-de-familles-defavorisees/>
- Mathiot, L. (2020). Chapitre 7. Perceptions professionnelles et parentales de la restauration scolaire : un service à la croisée de découpages institutionnels dans un contexte d'éducation à la santé. Dans : éd., *Quand les cantines se mettent à table...* (p. 139-155). Éducagri Éditions. <https://doi.org/10.3917/edagri.comor.2020.01.0139>
- Meier, C. L., Brady, P., Askelson, N., Ryan, G., Delger, P., & Scheidel, C. (2022). What Do Parents Think About School Meals? An Exploratory Study of Rural Middle School Parents' Perceptions. *The Journal of School Nursing*, 38(3), 226-232. <https://doi.org/10.1177/1059840520924718>
- Melendrez-Ruiz, J., Chambaron, S., Buatois, Q., Monnery-Patris, S., & Arvisenet, G. (2019). A central place for meat, but what about pulses ? Studying French consumers' representations of main dish structure, using an indirect approach. *Food Research International*, 123, 790-800. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.06.004>
- Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. (2018). EGalim 1 : Tout savoir sur la loi Agriculture et Alimentation. <https://agriculture.gouv.fr/egalim-1-tout-savoir-sur-la-loi-agriculture-et-alimentation>
- Ministère de l'Education Nationale, de la Jeunesse et des Sports. (2020). *Vademecum - Education à l'alimentation et au goût*. <https://eduscol.education.fr/document/1857/download>
- Ministère des Solidarités et de la Santé. (2019). *Programme national nutrition santé 2019-2023*. https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnns4_2019-2023.pdf

- Monnery-Patris, S., Marty, L., Bayer, F., Nicklaus, S., & Chambaron, S. (2016). Explicit and implicit tasks for assessing hedonic-versus nutrition-based attitudes towards food in French children. *Appetite*, 96, 580-587. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.10.026>
- Monteiro, C., Cannon, G., Lawrence, M., Louzada, M. L., & Machado, P. (2019). *FAO. Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system*.
- Moussaoui, A. E. E., Benbba, B., & Andaloussi, Z. E. (2021). Logistique du dernier kilomètre : Comment assurer une livraison flexible et durable ? *Revue Française d'Economie et de Gestion*, 2(10), Art. 10. <https://www.revuefreg.fr/index.php/home/article/view/397>
- Mowbray, C. T., Holter, M. C., Teague, G. B., & Bybee, D. (2003). Fidelity Criteria : Development, Measurement, and Validation. *American Journal of Evaluation*, 24(3), Art. 3. <https://doi.org/10.1177/109821400302400303>
- Mundler, P., & Rumpus, L. (2012). The energy efficiency of local food systems : A comparison between different modes of distribution. *Food Policy*, 37(6), 609-615. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.07.006>
- Mustonen, S., Rantanen, R., & Tuorila, H. (2009). Effect of sensory education on school children's food perception : A 2-year follow-up study. *Food Quality and Preference*, 20(3), 230-240. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.10.003>
- Nicklaus, S. (2014). *Développement précoce du comportement et des préférences alimentaires*. Université d'été de Nutrition 2014, Clermont-Ferrand, 17 Septembre 2014. <https://hal.science/hal-01165735>
- Nicklaus, S. (2016). The role of food experiences during early childhood in food pleasure learning. *Appetite*, 104, 3-9. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.08.022>
- Nicklaus, S. (2020). Eating and Drinking in Childhood. In H. L. Meiselman (Éd.), *Handbook of Eating and Drinking : Interdisciplinary Perspectives* (p. 391-412). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14504-0_172
- Nicklaus, S., Boggio, V., Chabanet, C., & Issanchou, S. (2005). A prospective study of food variety seeking in childhood, adolescence and early adult life. *Appetite*, 44(3), Art. 3. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2005.01.006>
- Nicklaus, S., Boggio, V., & Issanchou, S. (2007). Food choices at lunch during the third year of life : High selection of animal and starchy foods but avoidance of vegetables: Food choices at lunch during the third year of life. *Acta Paediatrica*, 94(7), 943-951. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2005.tb02015.x>
- Nicklaus, S., & Monnery-Patris, S. (2018). Food neophobia in children and its relationships with parental feeding practices/style. In S. Reilly (Éd.), *Food Neophobia* (p. 255-286). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101931-3.00013-6>

- Nicklaus, S., & Remy, E. (2013). Early Origins of Overeating : Tracking Between Early Food Habits and Later Eating Patterns. *Current Obesity Reports*, 2(2), Art. 2. <https://doi.org/10.1007/s13679-013-0055-x>
- Onwezen, M. C., Reinders, M. J., Verain, M. C. D., & Snoek, H. M. (2019). The development of a single-item Food Choice Questionnaire. *Food Quality and Preference*, 71, 34-45. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.05.005>
- Oostindjer, M., Aschemann-Witzel, J., Wang, Q., Skuland, S. E., Egeland, B., Amdam, G. V., Schjøll, A., Pachucki, M. C., Rozin, P., Stein, J., Lengard Almli, V., & Van Kleef, E. (2017). Are school meals a viable and sustainable tool to improve the healthiness and sustainability of children's diet and food consumption? A cross-national comparative perspective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(18), 3942-3958. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1197180>
- Osowski, C. P., Lindroos, A. K., Barbieri, H. E., & Becker, W. (2015). The contribution of school meals to energy and nutrient intake of Swedish children in relation to dietary guidelines. *Food & Nutrition Research*, 59, 27563. <https://doi.org/10.3402/fnr.v59.27563>
- Park, B.-K., & Cho, M.-S. (2016). Taste education reduces food neophobia and increases willingness to try novel foods in school children. *Nutrition Research and Practice*, 10(2), 221-228. <https://doi.org/10.4162/nrp.2016.10.2.221>
- Perez-Neira, D., Simón, X., & Copena, D. (2021). Agroecological public policies to mitigate climate change : Public food procurement for school canteens in the municipality of Ames (Galicia, Spain). *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 45(10), 1528-1553. <https://doi.org/10.1080/21683565.2021.1932685>
- Perignon, M., Lepiller, O., Intoppa, B., Valette, É., Roudelle, O., & Wood, A. (2023). The role of school canteens in building more sustainable food systems. In É. Valette, A. Blay-Palmer, B. Intoppa, A. Di Battista, O. Roudelle, & G. Chaboud, *Evaluating Sustainable Food System Innovations* (1^{re} éd., p. 77-100). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003285441-5>
- Perignon, M., Vieux, F., Verger, E. O., Bricas, N., & Darmon, N. (2023). Dietary environmental impacts of French adults are poorly related to their income levels or food insecurity status. *European Journal of Nutrition*, 62(6), 2541-2553. <https://doi.org/10.1007/s00394-023-03163-3>
- Petrizzelli, M., García-Herrero, L., De Menna, F., & Vittuari, M. (2023). Towards sustainable school meals : Integrating environmental and cost implications for nutritious diets through optimisation modelling. *Sustainability Science*. <https://doi.org/10.1007/s11625-023-01346-9>
- Poelman, A. A. M., Cochet-Broch, M., Cox, D. N., & Vogrig, D. (2017). VERTICAL : A Sensory Education Program for Australian Primary Schools to Promote Children's Vegetable Consumption. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 49(6), 527-528.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2017.04.001>

- Poelman, A. A. M., Cochet-Broch, M., Cox, D. N., & Vogrig, D. (2019). Vegetable Education Program Positively Affects Factors Associated With Vegetable Consumption Among Australian Primary (Elementary) Schoolchildren. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 51(4), 492-497.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2018.11.002>
- Poinsot, R., Vieux, F., Dubois, C., Perignon, M., Méjean, C., & Darmon, N. (2020). Nutritional Quality of Vegetarian and Non-Vegetarian Dishes at School : Are Nutrient Profiling Systems Sufficiently Informative ? *Nutrients*, 12(8), Art. 8. <https://doi.org/10.3390/nu12082256>
- Poinsot, R., Vieux, F., Maillot, M., & Darmon, N. (2022). Number of meal components, nutritional guidelines, vegetarian meals, avoiding ruminant meat : What is the best trade-off for improving school meal sustainability? *European Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1007/s00394-022-02868-1>
- Puisais, J. (1999). *Le Goût et l'enfant : L'apprentissage en famille*. FLAMMARION.
- Reverdy, C. (2008). *Effet d'une éducation sensorielle sur les préférences et les comportements alimentaires d'enfants en classe de cours moyen (CM)*. Université de Bourgogne. https://theses.hal.science/tel-00354365/file/these_Reverdy_2008.pdf
- Reverdy, C., Chesnel, F., Schlich, P., Köster, E. P., & Lange, C. (2008). Effect of sensory education on willingness to taste novel food in children. *Appetite*, 51(1), 156-165. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.01.010>
- Richonnet, C., Mosser, F., Favre, E., Robert, M., Martin, F., & Thiebaut, I. (2021). Nutritional Quality and Degree of Processing of Children's Foods Assessment on the French Market. *Nutrients*, 14(1), 171. <https://doi.org/10.3390/nu14010171>
- Ridoutt, B. G., Hendrie, G. A., & Noakes, M. (2017). Dietary Strategies to Reduce Environmental Impact : A Critical Review of the Evidence Base. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 8(6), 933-946. <https://doi.org/10.3945/an.117.016691>
- Röös, E., Sundberg, C., Tidåker, P., Strid, I., & Hansson, P.-A. (2013). Can carbon footprint serve as an indicator of the environmental impact of meat production? *Ecological Indicators*, 24, 573-581. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.08.004>
- Rossi, L., Ferrari, M., Martone, D., Benvenuti, L., & De Santis, A. (2021). The Promotions of Sustainable Lunch Meals in School Feeding Programs : The Case of Italy. *Nutrients*, 13(5), 1571. <https://doi.org/10.3390/nu13051571>
- Sadler, C. R., Grassby, T., Hart, K., Raats, M., Sokolović, M., & Timotijevic, L. (2021). Processed food classification : Conceptualisation and challenges. *Trends in Food Science & Technology*, 112, 149-162. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.059>
- Santé publique France. (2019). *Les résultats de l'étude ESTEBAN 2014-2015*. <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/articles/les-resultats-de-l-etude-esteban-2014-2015>

- Saunders, R. P., Evans, M. H., & Joshi, P. (2005). Developing a Process-Evaluation Plan for Assessing Health Promotion Program Implementation : A How-To Guide. *Health Promotion Practice*, 6(2), Art. 2. <https://doi.org/10.1177/1524839904273387>
- Schlich, P., Gaignaire, A., Reverdy, C., Lange, C., Politzer, N., Wisner-Bourgeois, C., Boggio, V., Issanchou, S., & Köster, E. (2010). Effet d'une éducation sensorielle sur les préférences et les comportements alimentaires d'enfants âgés de 8 à 10 ans. *Funfood 2010*, 10-p.
- Schnabel, L., Buscail, C., Sabate, J.-M., Bouchoucha, M., Kesse-Guyot, E., Allès, B., Touvier, M., Monteiro, C. A., Hercberg, S., Benamouzig, R., & Julia, C. (2018). Association Between Ultra-Processed Food Consumption and Functional Gastrointestinal Disorders : Results From the French NutriNet-Santé Cohort. *Official Journal of the American College of Gastroenterology / ACG*, 113(8), 1217. <https://doi.org/10.1038/s41395-018-0137-1>
- Schwartz, C., Scholtens, P. A. M. J., Lalanne, A., Weenen, H., & Nicklaus, S. (2011). Development of healthy eating habits early in life. Review of recent evidence and selected guidelines. *Appetite*, 57(3), Art. 3. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.05.316>
- Sénat. (2019). *Mise en place du dispositif « cantine à un euro » prévu par le plan pauvreté*. <https://www.senat.fr/questions/base/2019/qSEQ190510672.html>
- Smith, S. L., & Cunningham-Sabo, L. (2014). Food choice, plate waste and nutrient intake of elementary- and middle-school students participating in the US National School Lunch Program. *Public Health Nutrition*, 17(6), 1255-1263. <https://doi.org/10.1017/S1368980013001894>
- Souchon, I., & Braesco, V. (2022). Classer les aliments selon leur niveau de transformation – Quels sont les différents systèmes et leurs limites ? *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 57(3), 194-209. <https://doi.org/10.1016/j.cnd.2022.03.003>
- SPQR. (2021). *Enquête nationale EGALIM : Analyse des réponses à l'enquête sur l'expérimentation du menu végétarien*.
- Srour, B., Fezeu, L. K., Kesse-Guyot, E., Allès, B., Debras, C., Druetne-Pecollo, N., Chazelas, E., Deschasaux, M., Hercberg, S., Galan, P., Monteiro, C. A., Julia, C., & Touvier, M. (2020). Ultraprocessed Food Consumption and Risk of Type 2 Diabetes Among Participants of the NutriNet-Santé Prospective Cohort. *JAMA Internal Medicine*, 180(2), 283-291. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2019.5942>
- Srour, B., Fezeu, L. K., Kesse-Guyot, E., Allès, B., Méjean, C., Andrianasolo, R. M., Chazelas, E., Deschasaux, M., Hercberg, S., Galan, P., Monteiro, C. A., Julia, C., & Touvier, M. (2019). Ultra-processed food intake and risk of cardiovascular disease : Prospective cohort study (NutriNet-Santé). *BMJ*, 365, l1451_f. <https://doi.org/10.1136/bmj.l1451>
- Stern, A. L., Levine, S., Richardson, S., Blackstone, N. T., Economos, C., & Griffin, T. S. (2023). Improving school lunch menus with multi-objective optimization : Nutrition, cost, consumption, and

environmental impacts. *Public Health Nutrition*, 1-32.
<https://doi.org/10.1017/S1368980023000927>

Stifter, C. A., & Moding, K. J. (2019). Temperament in obesity-related research : Concepts, challenges, and considerations for future research. *Appetite*, 141, 104308.
<https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.05.039>

Subasinghe, R. & FAO. (2017). World aquaculture 2015 : A brief overview. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/i7546e/i7546e.pdf>

Taneri, P. E., Wehrli, F., Roa-Díaz, Z. M., Itodo, O. A., Salvador, D., Raeisi-Dehkordi, H., Bally, L., Minder, B., Kieft-de Jong, J. C., Laine, J. E., Bano, A., Glisic, M., & Muka, T. (2022). Association Between Ultra-Processed Food Intake and All-Cause Mortality : A Systematic Review and Meta-Analysis. *American Journal of Epidemiology*, 191(7), 1323-1335. <https://doi.org/10.1093/aje/kwac039>

Tauriello, S., McGovern, L., Bartholomew, B., Epstein, L. H., Leone, L. A., Goldsmith, J., Kubiniec, E., & Anzman-Frasca, S. (2021). Taste Ratings of Healthier Main and Side Dishes among 4-to-8-Year-Old Children in a Quick-Service Restaurant Chain. *Nutrients*, 13(2), Art. 2.
<https://doi.org/10.3390/nu13020673>

Templeton, S. B., Marlette, M. A., & Panemangalore, M. (2005). Competitive foods increase the intake of energy and decrease the intake of certain nutrients by adolescents consuming school lunch. *Journal of the American Dietetic Association*, 105(2), 215-220.
<https://doi.org/10.1016/j.jada.2004.11.027>

Terra Nova. (2020). *Les enfants à table : Accélérer la transition alimentaire dans les cantines scolaires*. <https://tnova.fr/societe/alimentation/les-enfants-a-table-accelerer-la-transition-alimentaire-dans-les-cantines-scolaires/>

Ukropcova, K. (2023). *Feed, explain, and make it rewarding : Parents' experiences with encouraging plant-based diets in primary school childre*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/bh7jz>

UnPlusBio. (2022). *Rapport de l'observatoire national de la restauration collective bio et durable*.

Verain, M. C. D., & Dagevos, H. (2022). Comparing meat abstainers with avid meat eaters and committed meat reducers. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1016858.
<https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1016858>

Vie publique. (2019). *Égalité et citoyenneté : Qu'a changé la loi du 27 janvier 2017 ?* <http://www.vie-publique.fr/eclairage/19444-egalite-et-citoyennete-qua-change-la-loi-du-27-janvier-2017>

Vieux, F., Dubois, C., Duchêne, C., & Darmon, N. (2018). Nutritional Quality of School Meals in France : Impact of Guidelines and the Role of Protein Dishes. *Nutrients*, 10(2), 205.
<https://doi.org/10.3390/nu10020205>. Également disponible en français : Implications nutritionnelles des directives françaises sur l'offre alimentaire en restauration scolaire et place des plats protidiqes. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 54(1), 22-34.
<https://doi.org/10.1016/j.cnd.2018.09.002>

- Vieux, F., Rémond, D., Peyraud, J.-L., & Darmon, N. (2022). Approximately Half of Total Protein Intake by Adults Must be Animal-Based to Meet Nonprotein, Nutrient-Based Recommendations, With Variations Due to Age and Sex. *The Journal of Nutrition*, 152(11), 2514-2525. <https://doi.org/10.1093/jn/nxac150>
- Vieux, F., Soler, L.-G., Touazi, D., & Darmon, N. (2013). High nutritional quality is not associated with low greenhouse gas emissions in self-selected diets of French adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 97(3), 569-583. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.035105>
- Wickramasinghe, K., Rayner, M., Goldacre, M., Townsend, N., & Scarborough, P. (2017). Environmental and nutrition impact of achieving new School Food Plan recommendations in the primary school meals sector in England. *BMJ Open*, 7(4), e013840. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-013840>
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., De Vries, W., Majele Sibanda, L., ... Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene : The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447-492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- World Food Programme. (2022). *The State of School Feeding Worldwide 2022*. <https://www.wfp.org/publications/state-school-feeding-worldwide-2022>
- World Health Organization. (2016). *Report of the commission on ending childhood obesity*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/204176>
- WWF, Greenpeace, & BASIC. (2021). *Etude de démarches de durabilité dans le domaine alimentaire - Rapport d'analyse transverse*. https://cdn.greenpeace.fr/site/uploads/2021/09/Etude-demarches-durabilites-GREENPEACE_WWF-BASIC.pdf

Annexes

Annexe 1 : Exemple de plan alimentaire sur 20 repas successifs

Enfants scolarisés dans le 1^{er} degré

Semaine 1	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Entrée	Féculent	Crudités	Œuf	Légumes cuits	Crudités
Plat	Bœuf	Poisson	Volaille	Agneau P/L<1	Porc
Garniture	Légumes	Féculents	Légumes+féculents	Féculents	Légumes
Produits laitiers	Laitage > 150 mg	Fromage >150 mg	Fromage 100 mg	Fromage >150 mg	Fromage 100 mg
Dessert	Fruit	Fruit cuit	Fruit	Fruit	Pâtisserie >15 % MG

Semaine 2	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Entrée	Crudités	Charcuterie >15 % MG	Crudités	Féculents	Crudités
Plat	Poisson	Volaille	Bœuf <70 % MPA	Porc	Veau
Garniture	Légumes	Légumes+ féculents	Féculents	Légumes	Féculents
Produits laitiers	Fromage >150 mg	Laitage 100 mg	Fromage >150 mg	Laitage > 150 mg	Fromage 100 mg
Dessert	Féculent	Fruit	Fruit cuit	Fruit	Dessert lacté >100 mg

Semaine 3	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Entrée	Poisson	Crudités	Crudités	Légumes cuits	Féculents
Plat	Volaille	Porc	Poisson	Bœuf	Œuf P/L<1
Garniture	Légumes+ féculents	Féculents	Légumes	Féculents >15 % MG	Légumes
Produits laitiers	Fromage <100 mg	Fromage >150 mg	Fromage 100 mg	Laitage > 150 mg	Fromage >150 mg
Dessert	Fruit	Fruit cuit	Pâtisserie>15% MG	Fruit	Fruit

Semaine 4	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Entrée	Crudités	Féculents	Crudités	Pâtisserie >15 % MG	Légumes cuits
Plat	Poisson	Volaille	Porc	Bœuf	Poisson <70 % MPA
Garniture	Féculents+Légumes	Légumes	Féculents	Légumes	Féculents
Produits laitiers	Fromage >150 mg	Fromage 100 mg	Fromage >150 mg	Laitage < 100 mg	Fromage 100 mg
Dessert	Dessert lacté >100 mg	Fruit	Fruit cuit	Fruit	Fruit

Entrée	Crudités	9
	Légumes cuits ou cuités	3
	Charcuterie >15 % MG	1
	Œuf	1
	Poisson	1
	Féculent	4
	Pâtisseries >15 % MG	1
	Total	20
Plats	Poisson	5
	Bœuf	4
	Volaille	4
	Porc	4
	Veau	1
	Œuf	1
	Agneau	1
	Total	20
Accompagnement	Féculents	8
	Légumes cuits	8
	Féculent + légumes	4
	Total	20
Fromages ou Produits laitiers	Fromages >150 mg	11
	Fromages >100 mg	7
	Fromages <100 mg	2
	Total	20
Desserts	Fruit	11
	Fruit cuit	4
	Dessert lacté	2
	Féculents	1
	Pâtisseries >15 % MG	2
	Total	20

Annexe 2 : Fréquences de service des plats à respecter sur 20 repas successifs

Annexe 4.2 : Populations en métropole, fréquences de services des aliments pour les enfants scolarisés, les adolescents et les adultes

FREQUENCE DE CONTRÔLE

Chaque composante d'un menu est concernée par plusieurs critères (cf. cases blanches). Les fréquences observées sont à reporter dans les cases blanches et à comparer aux fréquences recommandées.

Période du ... au ... (au moins 20 repas)	Entrée	Plat protidique	Garniture ou accompagnement	Produit laitier	Dessert	Fréquence recommandée
Entrées contenant plus de 15 % de lipides						4/20 maxi
Crudités de légumes ou de fruits, contenant au moins 50 % de légumes ou de fruits						10/20 mini
Produits à frire ou pré-frits contenant plus de 15 % de lipides						4/20 maxi
Plats protidiques ayant un rapport P/L ≤ 1						2/20 maxi
Poissons ou préparations à base de poisson contenant au moins 70 % de poisson, et ayant un P/L ≥ 2						4/20 mini
Viandes non hachées de bœuf, de veau ou d'agneau, et abats de boucherie						4/20 mini
Préparations ou plats prêts à consommer contenant moins de 70 % du grammage recommandé pour la portion de viande, poisson ou œuf						- Enfants scolarisés et adolescents : 3/20 maxi - Adultes : 4/20 maxi
Légumes cuits, autres que secs, seuls, ou en mélange contenant au moins 50 % de légumes						10 sur 20
Légumes secs, féculents ou céréales, seuls, ou en mélange contenant au moins 50 % de légumes secs, féculents ou céréales						10 sur 20
Fromages contenant au moins 150 mg de calcium par portion (4)						8/20 mini
Fromages dont la teneur en calcium est comprise entre 100 mg et moins de 150 mg par portion (4)						4/20 mini
Laitages (produits laitiers frais, desserts lactés) contenant plus de 100 mg de calcium, et moins de 5 g de lipides par portion						6/20 mini
Desserts contenant plus de 15 % de lipides						3/20 maxi
Desserts ou laitages contenant plus de 20 g de glucides simples totaux par portion et moins de 15 % de lipides						4/20 maxi
Desserts de fruits crus 100 % fruit cru, sans sucre ajouté (5)						8/20 mini

Source : GEMRCN (2015)

Annexe 3 : Recommandations du CNRC sur les fréquences de service des plats en intégrant le menu végétarien hebdomadaire

A titre indicatif, et dans l'attente de l'expertise scientifique de l'Anses permettant d'établir des fréquences optimisant l'adéquation nutritionnelle, le groupe de travail nutrition du CNRC propose les fréquences suivantes (sur les 4 ou 5 menus végétariens au minimum par 20 repas successifs) :

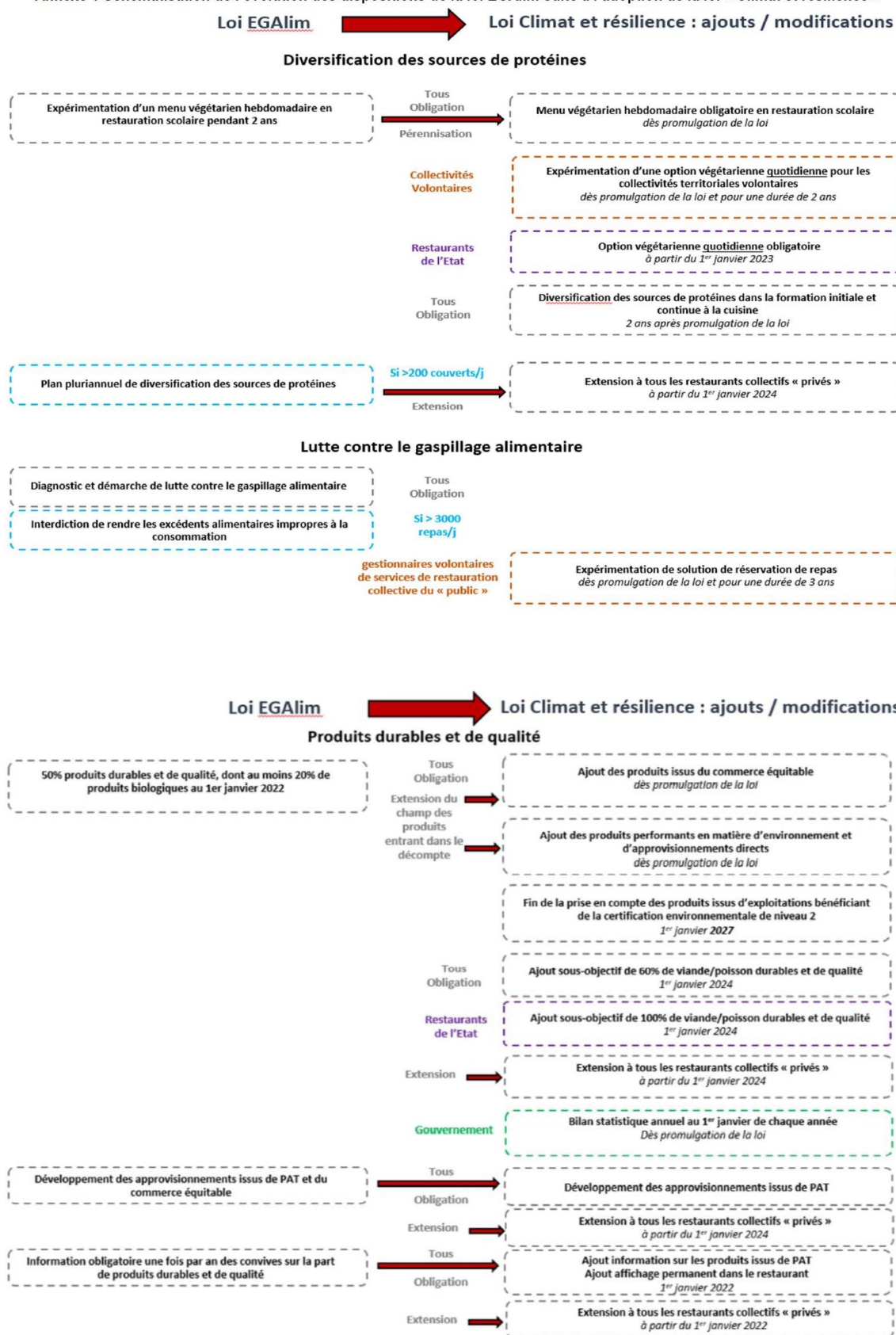
Critères pour 20 repas (4 ou 5 déjeuners hebdomadaires)	Critères complémentaires	Exemples
≥ 4 repas avec des viandes non hachées de bœuf, veau, agneau ou des abats de boucherie ¹ .		Langue sauce piquante, rôti de bœuf, blanquette de veau, tajine d'agneau, tranche de foie de bœuf
≥ 4 repas avec du poisson ou préparations à base de poisson contenant au moins 70 % de poisson, et ayant un P/L ≥ 2		Dos de cabillaud poché, filet de saumon ciboulette, portion de lieu meunière, brandade de poisson (contenant au moins 70 % de poisson)
4 ou 5 repas avec plat végétarien²		
≥ 2 avec plat protidique ou plat complet dont les sources principales de protéines sont les céréales et/ou les légumes secs (hors soja)	≤ 2 plats protidiques avec un rapport P/L (protéines/lipides) ≤ 1	Timbale de riz semi complet et lentilles du Puy, dahl de lentilles corail, potée de haricots blancs aux légumes, chili végétarien
≤ 1 avec plat protidique ou plat complet dont la source principale de protéines est l' œuf³	≤ 4 produits à frire ou pré-frits contenant plus de 15 % de lipides (ce critère concerne, l'entrée, le plat protidique et la garniture)	Omelette, œufs durs
≤ 1 avec plat protidique ou plat complet dont la source principale de protéines est le fromage⁴		Pané fromager, palet moelleux au gouda, lasagnes chèvre-épinard, tartiflette (sans lardons), pâtes farcies au fromage
≤ 1 avec plat transformé à base de protéines végétales		Boulette, galette, nuggets végétariens
≤ 1 avec plat protidique ou plat complet contenant du soja		Tofu, tempeh, protéines texturées de soja, boisson de soja
≤ 3 repas avec une préparation à base de viande, de poisson ou d'œuf, contenant moins de 70 % de ces produits		Nuggets de poisson, boulettes de viande ou de poisson

1. A la Réunion : 3 repas avec, en plat protidique, des viandes non hachées ou des abats contenant au moins 2 mg de fer pour 100 g de produit.
 2. Les fréquences indiquées ne concernent que les 4 ou 5 menus végétariens obligatoires. Par exemple, la limite de 1 plat à base d'œuf ne s'applique que pour les 4 ou 5 plats végétariens « obligatoires ».
 3. S'il contient moins de 70 % d'œuf, sa fréquence est encadrée et s'inscrit dans les « moins de 4 repas avec en plat protidique, une préparation à base de viande, de poisson ou d'œuf contenant moins de 70 % de ces produits ».
 4. Si le menu végétarien est composé d'un plat à base de fromage, il est conseillé de ne pas l'associer à du fromage pour la composante produit laitier, mais privilégier yaourt, fromage blanc, petits suisses.

Source : Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire

Annexe 4 : Mesures des lois EGAlim et Climat et Résilience

Annexe 1 Schématisation de l'évolution des dispositions de la loi EGAlim suite à l'adoption de la loi « Climat et résilience »



Source : MaCantine

Annexe 5 : Niveaux de labélisation Ecocert en cuisine



Les nouvelles exigences applicables en 2022 Label Ecocert «En Cuisine»

	 Niveau 1	 Niveau 2	 Niveau 3	
+Bio	au moins 20% de bio par an	au moins 40% de bio par an	au moins 60% de bio par an	
+Local	Au moins 4 composantes bio et locales par mois	Au moins 8 composantes bio et locales par mois + 2 ingrédients bio équitables	Au moins 12 composantes bio et locales par mois + 4 ingrédients bio équitables	
+Sain	Pas d'OGM Menus clairs Protéines de qualité Des additifs et graisses hydrogénées interdits Fruits et légumes de saison	+ 50% de cuisine à partir de produits bruts ou peu transformés + Formation des cuisiniers	+ 80% de cuisine à partir de produits bruts ou peu transformés + De menus végétariens ou semi-alternatifs	
+Durable	Lutte anti-gaspillage Diagnostic des polluants Education à l'alimentation durable	+ Gestion écologique : déchets, eau, énergie + Limitation des plastiques et des détergents toxiques	+ Eco-détergents + Vers le zéro plastique + Optimisation des tournées de livraison	

Annexe 6 : Niveaux de confiance d'appariement avec les items CIQUAL et AGRIBALYSE

Niveau de confiance	Règles	n
1	• Libellé exact • Même aliment mais libellé différent (ex. nom de marque)	133
2	• Même libellé mais différence sur : la méthode conservation (ex : frais ou congelé), la méthode de cuisson ou l'emballage • Même libellé mais ingrédient ou parfum différent (ex : crème glacée à la fraise ou à la vanille) • Libellé générique (ex : fromage à pâte molle)	207
3	• Même libellé mais ingrédient manquant ou supplémentaire • Même libellé mais différence entre cru et cuit • Libellé générique (ex : renvoi à un groupe d'aliment, type légumes verts) • Plus d'une règle du Niveau 2	75
4	• Libellé très générique (ex : groupe d'aliment, type légumes)	17

Annexe 7 : Apports nutritionnels conseillés pour les 23 nutriments à favoriser et valeurs maximales recommandées pour les 3 nutriments à limiter

Nutriment	Unité	ANC ¹ ou VMR ²
Energie	kcal	2 000
Protéines	g	25
Fibres	g	13
Vitamine B1	mg	0,8
Vitamine B2	mg	1,2
Vitamine B3	mg	9
Vitamine B6	mg	1
Vitamine B9	µg	201
Vitamine B12	µg	1,4
Vitamine C	mg	89
Vitamine D	µg	5
Vitamine E	mg	9,1
Vitamine A ³	µg	501
Iode	µg	120
Calcium	mg	924
Potassium	mg	2 892
Fer	mg	8,2
Magnesium	mg	203
Zinc	mg	9,2
Cuivre	mg	1,2
Iode	µg	120
Selenium	µg	39
LA ⁴	g	8,9
ALA ⁵	g	2,2
DHA ⁶	mg	152
AGS ⁷	g	26
Sel	g	6,5
Sucres totaux ⁸	g	67,5

¹ANC : Apports nutritionnels conseillés pour les enfants âgés de 4 à 13 ans fréquentant l'école primaire en France (Vieux et al., 2018; Poinot et al., 2022). ²VMR : Valeurs maximales recommandées pour les enfants âgés de 4 à 12 ans (ANSES, 2012b, 2019, 2021c). ³Vitamine A = retinol + beta-carotene/6. ⁴Acide linoléique. ⁵Acide alpha-linolénique. ⁶Acide docosahexaénoïque. ⁷Acides gras saturés. ⁸Sucres totaux = fructose + glucose + maltose + saccharose.

Annexe 8 : Livret papier utilisé pour valider l'échelle d'appréciation des bornes

Question 1 :

Comment Lou a-t-il aimé **les frites** à la cantine ? *Entoure la réponse*



Question 2 :

Comment Lou a-t-il aimé **le riz** à la cantine ? *Entoure la réponse*



Question 3 :

Comment Lou a-t-il aimé **les carottes** à la cantine ? *Entoure la réponse*



Question 4 :

Comment Lou a-t-il aimé **le poisson** à la cantine ? *Entoure la réponse*



Question 5 :

Comment Lou a-t-il aimé **la ratatouille** à la cantine ? *Entoure la réponse*



Question 1 :

Comment aimes-tu **les frites** à la cantine ? *Entoure ta réponse*



Question 2 :

Comment aimes-tu **le riz** à la cantine ? *Entoure ta réponse*



Question 3 :

Comment aimes-tu **les carottes** à la cantine ? *Entoure ta réponse*



Question 4 :

Comment aimes-tu **le poisson** à la cantine ? *Entoure ta réponse*



Question 5 :

Comment aimes-tu **la ratatouille** à la cantine ? *Entoure ta réponse*



Question 1 :

Comment aimes-tu les *haricots rouges à la tomate avec le riz* ? Entoure ta réponse



Question 2 :

Comment aimes-tu le *poisson sauce beurre citron avec les légumes* ? Entoure ta réponse



Question 3 :

Comment aimes-tu les *chipolatas (avec ou sans porc) avec les lentilles aux petits légumes* ? Entoure ta réponse



Question 4 :

Comment aimes-tu le *poulet sauce curry avec les pâtes* ? Entoure ta réponse



Question 1 : Lequel de ces 2 plats préfères-tu ? Entoure l'assiette que tu préfères manger



*Haricots rouges à la
tomate avec le riz*



*Chipolatas (avec ou sans porc)
avec les lentilles aux petits*

Question 2 : Lequel de ces 2 plats préfères-tu ? Entoure l'assiette que tu préfères manger



Poulet sauce curry avec les pâtes



*Poisson sauce beurre citron
avec les légumes*

Merci beaucoup pour ta participation !!



Annexe 9 : Flyer explicatif sur les bornes à destination des équipes des restaurants scolaires

FAQ

- ♦ **Que faire si les enfants touchent la borne quand ils votent ?**
→ Nettoyer la borne entre deux services. Il est nécessaire de l'éteindre pour éviter de prendre en compte des votes accidentels.
→ Nettoyer la borne avant 12h ou après 14h. Aucun vote ne sera pris en compte, la borne est en veille sur ces plages horaires.
- ♦ **Que faire si les enfants touchent la borne en dehors des heures du repas ?**
→ Aucun soucis, les votes sont enregistrés seulement entre 12h et 14h.
- ♦ **Que faire si une lumière rouge s'affiche en bas à gauche quand l'enfant vote ?**
→ **Deux secondes** sont nécessaires entre deux votes pour être enregistrés. Demander à l'enfant d'attendre deux secondes et de voter de nouveau.
- ♦ **Que faire en cas de retard à la fin du service ?**
→ **Deux timings sont acceptés pour voter** (en fonction du placement de la borne) : à la fin du repas ou entre le plat principal et le fromage/dessert.
→ Dans certaines situations, anticiper le vote peut garantir une donnée plus fiable que celle recueillie après le repas.
- ♦ **Que faire s'il est impossible de faire voter l'ensemble les enfants tous les jours ?**
→ **Chaque équipe peut organiser un plan hebdomadaire ou mensuel** pour faire voter les enfants. Les animateurs peuvent **décider du nombre de classes qui votent par jour ou par service**.
→ La priorité est d'avoir des données fiables : il vaut mieux peu de votes mais des votes de qualité (réalisés dans le calme, en garantissant un seul vote par enfant).

LES BORNES DE SATISFACTION Pour une restauration scolaire plus durable

Livret de présentation à destination des équipes d'animation



Le projet

Dans la cadre du projet « Dijon Alimentation Durable 2030 » porté par Dijon Métropole, une borne de satisfaction a été installée dans chacun des 38 restaurants scolaires élémentaires de la Ville de Dijon pour recueillir l'appréciation des enfants pour les plats servis.

Tous les jours, **chaque enfant** donne son appréciation sur **le plat principal** (sans l'entrée, le fromage ni le dessert) en choisissant l'**un des 5 smileys**.

Les données sont enregistrées de manière anonyme, et analysées par les chercheurs du **Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation**¹.

Les objectifs

Accompagner la restauration scolaire de la Ville de Dijon dans la transition vers des menus plus durables tout en maintenant un niveau d'appréciation élevé par les enfants.

Les retours d'appréciations sont discutés avec les cuisiniers pour :

- ◆ Identifier les recettes les plus appréciées et les moins appréciées ;
- ◆ Identifier des pistes de travail sur les recettes ou la présentation des plats.

Accompagner l'enfant dans l'expression de son avis, l'inviter à se questionner sur ce qu'il a aimé ou non dans les plats servis et lui faire comprendre que son avis est pris en compte.

A plus long terme, mettre en place des comités de dégustation afin que les enfants puissent partager leur avis lors de la dégustation de certains plats.

¹ Contacts : justine.dahmani@inrae.fr; lucile.marty@inrae.fr; valerie.feyen@inrae.fr

Mon rôle d'animateur

Pendant le repas : je peux rappeler aux enfants le fonctionnement de la borne.

Entre le plat principal et le fromage/dessert : je peux rappeler aux enfants le plat pour lequel ils vont pouvoir voter. Si le terme « plat principal » n'est pas compris par les enfants, le terme « plat chaud » peut être utilisé.

Je peux rappeler aux enfants de voter pour le plat principal dans sa totalité. S'il contient plusieurs composantes, je peux leur indiquer de donner un vote moyen comprenant tous les aliments qui composent le plat principal.

Au moment du vote : je surveille les enfants pour garantir des données fiables. Je leur rappelle qu'ils ne peuvent voter qu'une seule fois et qu'il n'est pas nécessaire de toucher la borne pour voter (sans contact : placer son doigt à 1cm du smiley).

Echelle d'appréciation



« J'ai détesté le plat principal »



« Je n'ai pas aimé le plat principal »



« J'ai moyennement aimé le plat »

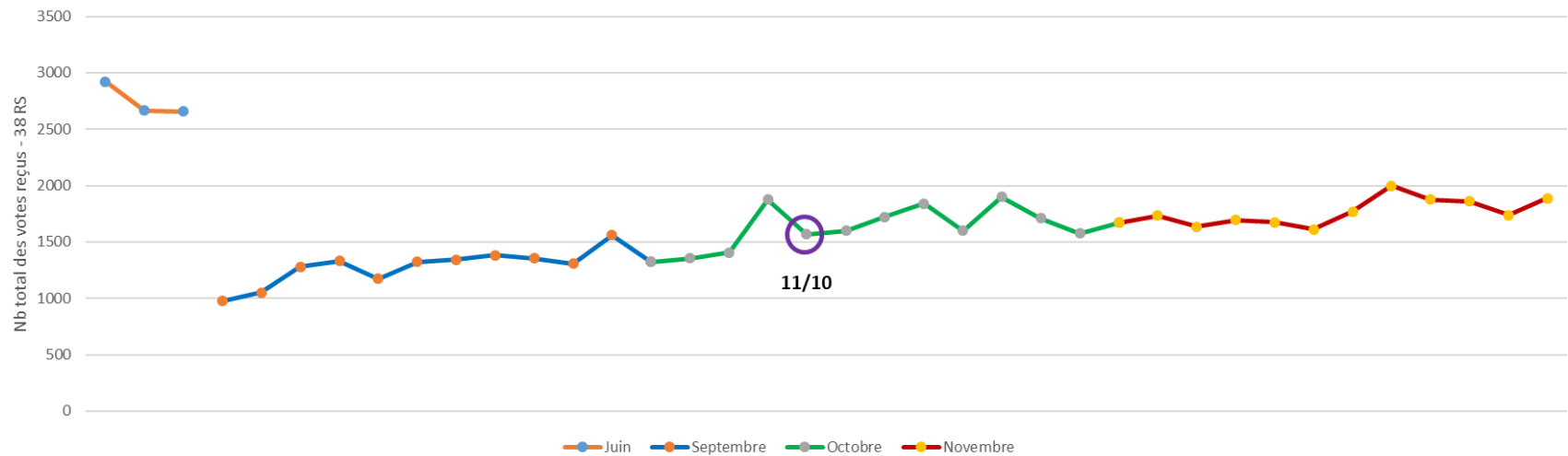


« J'ai aimé le plat principal »



« J'ai adoré le plat principal »

Annexe 10 : Retours sur les données d'appréciation pour les services de la Ville de Dijon



	Nb total des votes reçus	Nb moyen des votes reçus par jour	Nb moyen des repas livrés	Taux votes reçus/repas livrés
Juin (3jours)	8 245	2 748	12 133	68%
Septembre	14 080	1 280	46 260	30,4%
Octobre	19 473	1 623	52 244	37,3%
Novembre	21 153	1 763	52 718	40,1%
Sept + Oct + Nov	54 706	1 563	151 222	36,2%

Nb moyen des votes reçus par jour
jusqu'au 11/10 (inclus) = 1 351

Nb moyen des votes reçus par jour
après le 11/10 (exclus) = 1 742

Var. %
28,9

Mercredis, jours de grève et vacances non pris en compte, votes au 30/11

Annexe 11 : Liste des plats dont les restes alimentaires et l'appréciation ont été mesurés

nom_complet	Fréquence
Dos de lieu frais MSC p ^h che durable, sauce oseille et cordiale ligne	23
Emincé de poulet Label Rouge, sauce Basquaise et Macaroni	25
Filet de colin MSC pêche durable sauce américaine et haricots beure	25
Filet de flétan sauce au beurre citron et ratatouille niçoise	25
Galette de pois chiche sauce curry et brocolis fleurette	21
Panés moelleux nature et flan de courgettes	22
Panés moelleux nature et haricots rouges sauce tomate	24
Paupiette de Veau, sauce chasseur et blé aux petits légumes	21
Poulet coloré et Pirogues vertes	22
Rôti de Bœuf eu jus et quinoa	20
Sauté de dinde Label Rouge sauce Paprika et Frites	25
Tortelloni trois couleurs au Gruyère sauce crème	22

Annexe 12 : Questionnaire pour les parents ayant leur(s) enfant(s) inscrit(s) à la restauration scolaire de Dijon

Menus végétariens à la cantine – Enquête auprès des parents d’élèves

Comme vous le savez, la Ville de Dijon sert actuellement un menu végétarien une fois par semaine (sans viande, ni poisson) dans ses restaurants scolaires.

*A partir de janvier 2023, la **ville de Dijon** proposera un **2ème menu végétarien hebdomadaire** sur demande expresse des familles, dans le respect de l’équilibre nutritionnel, de la sécurité sanitaire, de la diversité et de la qualité des repas. Les modalités d’accès seront souples pour les familles et feront l’objet d’une communication spécifique le moment venu.*

Cette évolution résulte de la volonté municipale de diminuer l’impact carbone des menus proposés aux enfants, et de répondre à une demande croissante des familles.

Elle s’appuie sur les résultats d’un diagnostic de la qualité nutritionnelle et des émissions de gaz à effet de serre des menus servis en 2019, qui a été réalisé en collaboration avec des chercheurs de l’Institut National de Recherche pour l’Agriculture, l’Alimentation et l’Environnement (INRAE) du Centre des Sciences du Goût et de l’Alimentation à Dijon. Ce diagnostic a montré que les menus végétariens avaient une qualité nutritionnelle équivalente aux menus à base de viande mais des émissions de gaz à effet de serre deux fois plus faibles.

Parallèlement, la Ville de Dijon continuera à proposer des viandes d’origine française, sous signe officiel de qualité, dont elle s’attachera à développer la provenance locale.

Pour préparer au mieux l’introduction de ce deuxième menu végétarien hebdomadaire à la demande des familles, il importe de mesurer aussi précisément que possible le nombre de repas concernés.

C’est pourquoi vous êtes conviés à compléter le questionnaire suivant, établi en étroite concertation avec INRAE dans le cadre d’un programme de recherche partenarial qui vise à décliner les objectifs d’une alimentation de qualité, toujours plus saine et plus durable, en application du projet « Dijon, Alimentation Durable 2030 » conduit par Dijon métropole.

*Il ne vous sera pas demandé de vous identifier, votre **anonymat** sera donc respecté.*

La Ville de Dijon et INRAE vous remercient de votre participation.

PARTIE 1

Les questions qui vont suivre portent sur les menus du restaurant scolaire, notamment vos souhaits concernant la fréquence des menus végétariens

1. Combien de vos enfants sont actuellement inscrits à la restauration scolaire de la Ville de Dijon ?

Liste déroulante

2. Comment consultez-vous les menus servis au restaurant scolaire ?

- ☐ Par affichage devant l'école
- ☐ Sur le site internet de la ville
- ☐ Via l'application On Dijon
- ☐ Autre, précisez : ...
- ☐ Je ne consulte jamais les menus

[1 questionnaire par enfant]

Les questions qui vont suivre concerne votre **premier** enfant

1. Ecole

Liste des écoles

2. Classe

Liste des classes

3. Genre

- ☐ Féminin
- ☐ Masculin
- ☐ Autre

4. Combien de fois mon **premier enfant déjeune-t-il au restaurant scolaire chaque semaine (en moyenne) ?**

- ☐ 1 fois ou moins
- ☐ 2 fois
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

5. Mon **premier enfant est actuellement inscrit au type de repas suivant :**

- ☐ Classique
- ☐ Sans porc
- ☐ Je ne sais pas
- ☐ Autre, précisez : ...

6. A partir de janvier 2023, j'inscrirai mon **premier enfant** pour un deuxième repas végétarien par semaine :
- ☐ Oui
 - ☐ Non
 - ☐ Je ne sais pas
7. A l'avenir, si c'était possible, je souhaiterais inscrire mon **premier enfant** pour un menu végétarien tous les jours de la semaine :
- ☐ Oui
 - ☐ Non
 - ☐ Je ne sais pas

[1 questionnaire par famille]

PARTIE 2

Les questions qui vont suivre portent sur la description de votre foyer

1. Quel est votre âge ?
__ [texte libre, 18-99]
2. Quel est votre genre ?
- ☐ Féminin
 - ☐ Masculin
 - ☐ Autre
3. Quelle est votre situation familiale ?
- ☐ Seul·e
 - ☐ En couple
 - ☐ Autre
4. Combien avez-vous d'enfants à charge ?
__ [texte libre, 1-20]
5. Quel prix payez-vous actuellement pour un repas au restaurant scolaire ? - *Question facultative*
__ € __ [texte libre]
☐ Je ne sais pas
6. Quel est le diplôme le plus élevé que vous ayez obtenu ?
- ☐ Aucun diplôme
 - ☐ Certificat d'études primaires ou diplôme étranger de même niveau
 - ☐ CAP, BEP ou diplôme de ce niveau
 - ☐ Brevet des collèges, BEPC, brevet élémentaire ou diplôme étranger de même niveau
 - ☐ Baccalauréat technologique ou professionnel ou diplôme de ce niveau dont BT et BTA
 - ☐ Baccalauréat général, brevet supérieur, capacité en droit, DAEU, diplôme étranger de ce niveau

- Baccalauréat sans autre précision
- Diplôme de niveau bac+2 (DEUG, DUT, BTS)
- Diplôme de niveau bac+3 ou bac+4 (2nd cycle, master 1, licence ou maîtrise)
- Diplôme de niveau bac+5 ou supérieur (3ème cycle, master 2, DESS, DEA, diplôme d'ingénieur, de grande école, doctorat)

7. Quel est le diplôme le plus élevé que votre conjoint-e ait obtenu ? (si 'En couple')

- Aucun diplôme
- Certificat d'études primaires ou diplôme étranger de même niveau
- CAP, BEP ou diplôme de ce niveau
- Brevet des collèges, BEPC, brevet élémentaire ou diplôme étranger de même niveau
- Baccalauréat technologique ou professionnel ou diplôme de ce niveau dont BT et BTA
- Baccalauréat général, brevet supérieur, capacité en droit, DAEU, diplôme étranger de ce niveau
- Baccalauréat sans autre précision
- Diplôme de niveau bac+2 (DEUG, DUT, BTS)
- Diplôme de niveau bac+3 ou bac+4 (2nd cycle, master 1, licence ou maîtrise)
- Diplôme de niveau bac+5 ou supérieur (3ème cycle, master 2, DESS, DEA, diplôme d'ingénieur, de grande école, doctorat)
- Je ne sais pas

8. Quelle est votre profession ou votre catégorie socio-professionnelle ?

- Agriculteurs exploitants
- Artisans, commerçants et chefs d'entreprise
- Cadres et professions intellectuelles supérieures
- Employés
- Etudiants
- Inactifs
- Ouvriers
- Professions intermédiaires
- Retraités

9. Quelle est la profession ou la catégorie socio-professionnelle de votre conjoint-e ? (si en couple)

- Agriculteurs exploitants
- Artisans, commerçants et chefs d'entreprise
- Cadres et professions intellectuelles supérieures
- Employés
- Etudiants
- Inactifs
- Ouvriers
- Professions intermédiaires
- Retraités
- Je ne sais pas

PARTIE 3

INRAE vous propose de répondre à des questions complémentaires sur les habitudes alimentaires au sein de votre foyer. Le temps nécessaire pour répondre à ces questions est estimé à 2 minutes.

Souhaitez-vous répondre aux questions complémentaires proposées par INRAE ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

Si oui :

Les questions qui vont suivre portent sur les habitudes et motivations alimentaires au sein de votre foyer

- 1. Les régimes alimentaires peuvent être classés en fonction de la part accordée aux produits d'origine animale (viande, poisson, œufs, produits laitiers, etc.). Comment qualifieriez-vous le régime alimentaire de votre foyer ?**

Pour les adultes du foyer :

- ☐ **Omnivore** – nous mangeons habituellement des produits d'origine animale
- ☐ **Flexitarien** – nous limitons notre consommation de produits d'origine animale
- ☐ **Pesco-Végétarien** – nous ne mangeons pas de viande, mais du poisson
- ☐ **Végétarien** – nous ne mangeons ni viande ni poisson
- ☐ **Végétalien** – nous ne mangeons ni viande, ni poisson, ni aucun produit d'origine animale (œufs, produits laitiers, etc.)
- ☐ **Autre, précisez : ...**

Même question pour les enfants du foyer :

- 2. Il est important pour moi que les aliments que nous consommons au sein de notre foyer soient :**

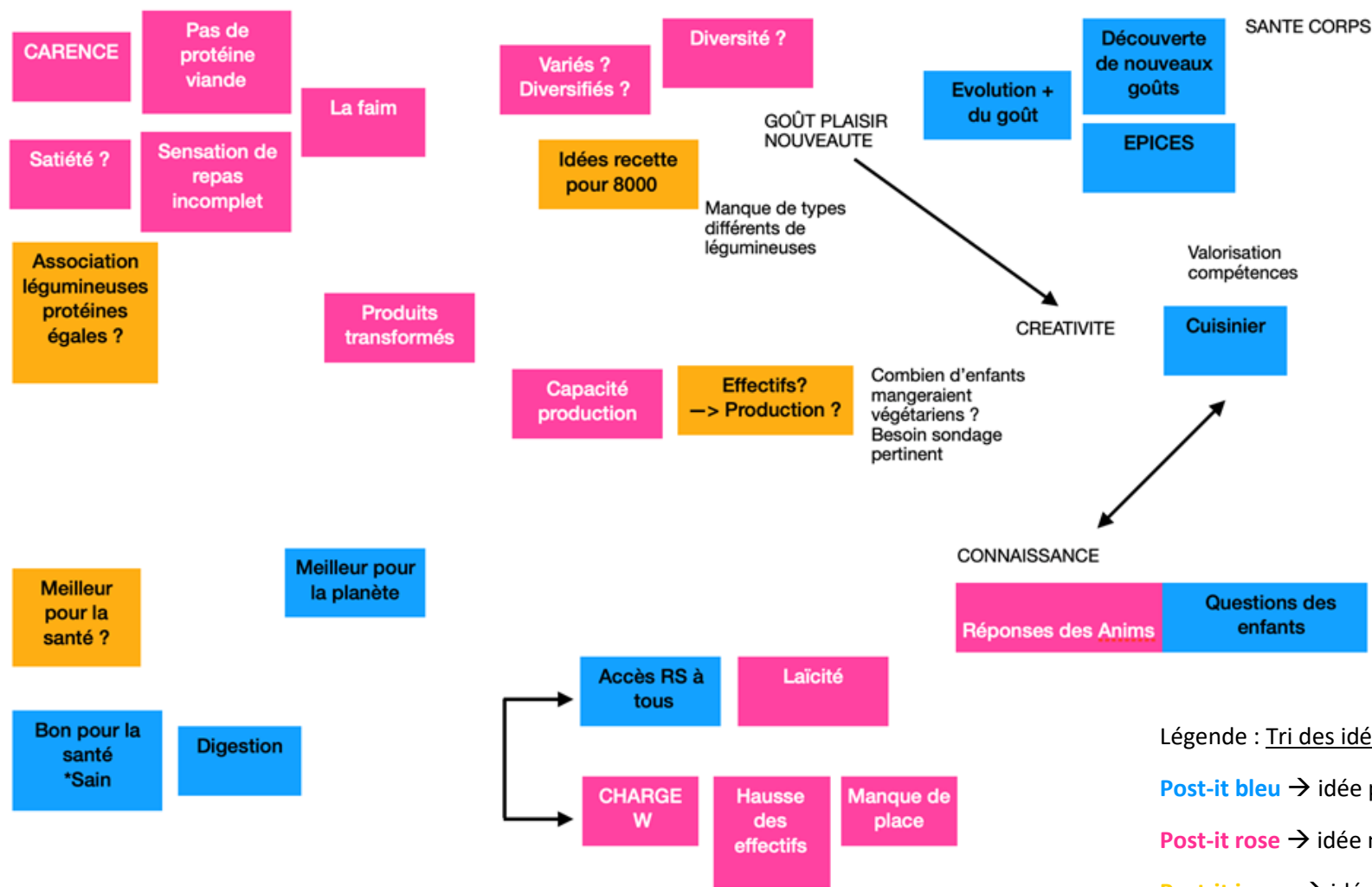
- Bons pour la santé
- Réconfortants
- Faciles et rapides à préparer
- Bons à manger (goût, texture)
- Naturels
- Pas chers
- Familiers ou habituels
- Respectueux de l'environnement
- Respectueux du bien-être animal
- Issus du commerce équitable

**Pas du tout
important**

**Très
important**

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Annexe 13 : Idées reçues exprimées par les participants du groupe de co-conception du programme « Chouette Cantine » sur l'augmentation des menus végétariens en restauration scolaire



Légende : Tri des idées par catégorie :

Post-it bleu → idée positive

Post-it rose → idée négative

Post-it jaune → idée neutre

Explication des mots :

Charge de travail : Déjà quand il y a porc ou sans porc c'est compliqué alors se rappeler quels enfants sont végétariens...

→ Le jour où il n'y a pas de viande il y a du monde

Digestion : Toujours l'impression que je me soigne, que je vais mieux digérer. Au niveau des bienfaits pour le corps c'est quelque chose de positif.

Épice : Dans le sens découverte des assaisonnements. Si pas d'assaisonnement pas d'intérêt (exemple : boulettes de lentilles)

Cuisinier : Ce projet va enfin pouvoir permettre de valoriser la compétence des cuisiniers car on va avoir besoin d'eux. Pour tout ce qui est animal les recettes sont déjà faites. Valorise un métier plus créatif. Mobilisation de tous les corps de métier confondus pour proposer des idées intéressantes.

Évolution + du goût : Au fil du temps certains plats s'améliorent.

Laïcité : Problème dans la dissociation et la séparation par apport aux religions. Sur le terrain quand il y a trop de propositions on s'y perd et on ne sait plus la raison de pourquoi on fait chaque chose.

Diversité ? : Combien de fois la légumineuse va revenir ? Car peu de légumineuses différentes.

Effectifs ? : Pour réfléchir sur cette offre il faudrait qu'il y ait un effectif théorique car pas la même si 300 ou 3000. Est-ce que l'enfant est inscrit au repas végétarien à l'année ? Inscription scolaire en J+3 aujourd'hui là il faudrait J+5 pour limiter le gaspillage.

→ Faire un sondage ? Très difficile à élaborer. Il faudrait un accompagnement avec des vraies réponses, quelqu'un qui accompagne les personnes à répondre à ce sondage. Exemple : Oui mon enfant mange de tout mais je ne serais pas contre qu'il mange un peu de végétarien (mais déjà le cas une fois par semaine un menu végétarien). En lien avec **capacité production**.

Produits transformés : L'idée d'un menu végétarien c'est un menu équilibré qui apporte des nutriments et on s'aperçoit qu'en liaison froide pour l'instant pas le choix de passer par des menus transformés. C'est tout l'inverse d'un menu végétarien. On perd en qualité. Problème d'acceptabilité par les enfants végétariens car ça revient trop souvent.

Association légumineuses protéines égale ? : Est-ce que ça sera égale à un steak animal ? Aujourd'hui ce n'est pas calculé de manière assez précise.

Annexe 14 : Extrait du livret sur les temps forts des choux et des légumineuses

Livret réalisé par Fanny Teil et Quentin Gendre

L'inauguration de l'affiche "Les choux"

MARS 2022

.	.	.	.	01	02	03
04	05	06	07	08	09	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	.

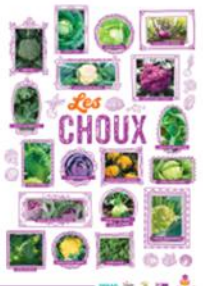
« L'affiche est très belle! Les enfants l'ont bien remarquée. Certains comptaient les choux en arrivant. »
- Agents de service restauration scolaire

« Cette semaine est une semaine exceptionnelle, le lancement de chouette cantine! »
- L'équipe d'animation

L'inauguration de l'affiche des choux marque l'ouverture des deux semaines de temps fort.

Deux affiches ont été installées par salle de restauration permettant aux enfants de les avoir dans leur champ de vision pendant le repas.

A cette occasion, les agents de service et l'équipe d'animation ont présenté les activités auxquelles les enfants ont participé et l'affiche. Ils ont discuté des choux avec les enfants.



INRAE buon

Les ateliers des 5 sens

MARS 2022

.	.	.	.	01	02	03
04	05	06	07	08	09	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	.

Lors du temps fort sur les choux, chaque classe a découvert les choux avec l'un des 5 sens. Chaque atelier débutait avec une chasse au trésor, où les enfants devaient retrouver des choux cachés dans la salle.

Pendant l'atelier **vue**, les enfants étaient invités à observer et décrire les choux, les dessiner et associer des photos de choux zoomés, aux vrais choux présents sur la table.



Au cours de l'atelier **odorat**, les enfants étaient invités à raconter les souvenirs que leur évoquaient les odeurs du thym et du cumin. Ils ont ensuite réalisé du sel parfumé avec l'un des deux condiments afin d'accompagner la dégustation d'un morceau de chou.

Lors de l'atelier **goût**, les enfants ont dégusté une salade de chou avec une vinaigrette qu'ils ont eux même réalisée.

INRAE buon

Les ateliers des 5 sens

MARS 2022

.	.	.	.	01	02	03
04	05	06	07	08	09	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	.

Pendant l'atelier **ouïe**, les enfants ont utilisé les choux comme instrument de musique afin de faire un "concert de chou". Le chou vert lisse s'est par exemple transformé en tambour.

Lors de cet atelier, les enfants ont également découvert le sens du **toucher**. Ils ont découvert les choux au travers de sacs et les ont décrit à l'aide de leurs propres mots et sensations ressenties.

Les enfants ont **restitué** chaque atelier, sous la forme de leur choix, le plus souvent des affiches, afin de permettre aux autres enfants de découvrir ce qu'ils ont fait.

Dans le but de faire le **lien avec la maison**, des marques pages "Défi chou" ont été distribués aux enfants. Les enfants et leur famille ont pu réaliser le défi et envoyer une photo à l'adresse mail du périscolaire.



INRAE buon

Visite des cuisiniers



MAI 2022

. . . . 01 02 03
04 05 06 07 08 09 10
11 12 13 14 15 16 17
18 19 20 21 22 23 24
25 26 27 28 29 30 .

Pour la station "Vue", le personnel expliquait le fonctionnement des machines sur place en montrant des photos.

A la station "Ouïe", il y avait des enceintes qui retransmettaient des sons enregistrés à la cuisine centrale.

La station "Odorat" se présentait sous la forme d'un jeu d'association entre des odeurs et des images d'aliments utilisés pour la préparation des repas.

Lors de la visite des agents de la cuisine centrale, le personnel a pu expliquer aux enfants leur métier et discuter des menus de la cantine autour de stations sur les 4 sens : ouïe, toucher, vue et odorat.

A la station du "Toucher", les enfants pouvaient toucher les ustensiles utilisés par les cuisiniers pour préparer les repas et le personnel leur expliquait la fonction de chaque ustensile.



INRAE

DUJON
multisports

Levure
maltée

INRAE

10

Atelier main à la pâte



MARS 2022

. . . . 01 02 03
04 05 06 07 08 09 10
11 12 13 14 15 16 17
18 19 20 21 22 23 24
25 26 27 28 29 30 .

« Essayons d'ajouter plus de levure maltée pour la seconde tournée ! »

« Il y en a des croustillantes et des juteuses, j'adore ! »

- Les enfants

« Activité super chouette, les enfants ont bien adhéré, ils se sont amusés. Ils étaient intéressés ! »

- Un animateur

En petit groupe, sur le temps du périscolaire, les enfants ont réalisés des **chips de chou kale**.

Lors de l'atelier, ils ont découvert les ingrédients avec leurs sens.

Ils ont :

- écouté le sel que l'on secoue dans une assiette ;
- touché et senti les feuilles de chou kale en les lavant ;
- goûté le sel, la levure maltée et l'huile.



INRAE

DUJON
multisports

Levure
maltée

INRAE

11

L'inauguration de l'affiche "Les légumineuses"



MAI 2022

.	.	.	.	01	02	03
04	05	06	07	08	09	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	.

« Est-ce que vous connaissez certaines légumineuses présentes sur l'affiche? Comment est-ce que vous avez l'habitude de les manger? »

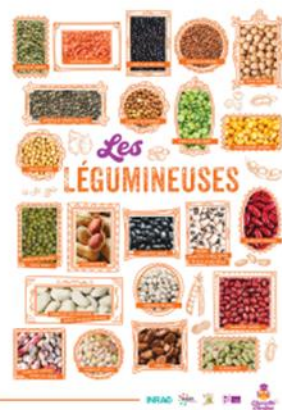
- Agents de service restauration scolaire

« Comme vous pouvez le voir, il existe des légumineuses de formes et de couleurs différentes. Vous allez les découvrir dans les activités des deux prochaines semaines »

- L'équipe d'animation

Tout comme pour les choux, l'inauguration de l'affiche des légumineuses marque l'ouverture des deux semaines de temps fort. Deux affiches ont été installées par salle de restauration.

Les agents de service et l'équipe d'animation ont présenté les activités, notamment la chasse au trésor et les légumineuses aux enfants. Ils leur ont posé des questions.



INRAE

DIJON métropole

Éveil 3-6 ans

3-6 ans

15

La chasse au trésor des légumineuses



MAI 2022

.	.	.	.	01	02	03
04	05	06	07	08	09	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	.

La **station Vue**, était un atelier d'association entre des images de plats et de légumineuses.

Dans la **station Odorat**, les enfants devaient associer des odeurs aux images d'aliments.

La **station Goût** amenait la notion de diversité des préférences alimentaires via la dégustation d'un pois-chiche et d'un haricot rouge.

Chaque station donnait un indice permettant de trouver le trésor : un coffre rempli de haricots rouges et de badges "Chouette cantine".

La chasse au trésor avait pour objectif de stimuler les sens des enfants en faisant un lien direct avec les légumineuses. Les enfants étaient libre pendant ce temps fort.

Dans la **station Ouïe**, les enfants ont pu découvrir le son des légumineuses via les maracas. L'objectif était de trouver quelle légumineuse faisait le même son que la maracas mystère.

Dans la **station Toucher**, les enfants devaient toucher différents sacs contenant les légumineuses.



INRAE

DIJON métropole

Éveil 3-6 ans

3-6 ans

16

.	.	.	.	01	02	03
04	05	06	07	08	09	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	.

Les enfants étaient libres de se déplacer entre les stations et de choisir celles qu'ils souhaitent découvrir.

Afin de faire le lien avec les légumineuses, les agents de la cuisine centrale ont amené un sac de lentilles sèches et une conserve de 4kg de haricots rouges. Les enfants ont pu comparer la taille et le poids de la conserve de 4kg aux conserves classiques de 400g.



.	.	.	.	01	02	03
04	05	06	07	08	09	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	.

- Les enfants

- Un animateur

Les enfants ont pu également déguster des aliments utilisés lors de l'atelier odorat de la chasse au trésor : beurre de cacahuète, cracottes de lentilles, sauce soja.



Nom :

Prénom :

LE LIVRET DES ALIMENTS N°1

Coche ton école :

- ☐ Château de Pouilly
- ☐ Côteaux du Suzon
- ☐ Darcy Mauchaussé
- ☐ Joséphine Baker

Coche si tu es une fille ou un garçon :

- ☐ Fille
- ☐ Garçon

Coche ta classe :

- ☐ CP
- ☐ CE1
- ☐ CE2
- ☐ CM1
- ☐ CM2

Coche LA case qui correspond à ton choix pour chaque plat ou aliment

Selon toi cet aliment :



C'est miam

☐

C'est beurk

☐

Ça donne des forces

☐

Ça fait grossir

☐

Je ne connais pas cet aliment

☐

C'est miam

☐

C'est beurk

☐

Ça donne des forces

☐

Ça fait grossir

☐

Je ne connais pas cet aliment

☐

C'est miam

☐

C'est beurk

☐

Ça donne des forces

☐

Ça fait grossir

☐

Je ne connais pas cet aliment

☐

Coche LA case qui correspond à ton choix pour chaque phrase :

NEO1 **Je suis très difficile pour la nourriture**

☐¹ Pas du tout d'accord ☐² Pas d'accord ☐³ Ni d'accord ni pas d'accord ☐⁴ D'accord ☐⁵ Tout à fait d'accord

NEO2 **J'aime la cuisine de différents pays**

☐¹ Pas du tout d'accord ☐² Pas d'accord ☐³ Ni d'accord ni pas d'accord ☐⁴ D'accord ☐⁵ Tout à fait d'accord

NEO3 **Je me méfie des nouveaux aliments**

☐¹ Pas du tout d'accord ☐² Pas d'accord ☐³ Ni d'accord ni pas d'accord ☐⁴ D'accord ☐⁵ Tout à fait d'accord

NEO4 **J'aime bien essayer des aliments que je ne connais pas**

☐¹ Pas du tout d'accord ☐² Pas d'accord ☐³ Ni d'accord ni pas d'accord ☐⁴ D'accord ☐⁵ Tout à fait d'accord

NEO5 **Même si je ne sais pas ce qu'il y a dans un plat, je le goûte**

☐¹ Pas du tout d'accord ☐² Pas d'accord ☐³ Ni d'accord ni pas d'accord ☐⁴ D'accord ☐⁵ Tout à fait d'accord

NEO6 **J'ai peur de manger des plats que je n'ai encore jamais mangés**

☐¹ Pas du tout d'accord ☐² Pas d'accord ☐³ Ni d'accord ni pas d'accord ☐⁴ D'accord ☐⁵ Tout à fait d'accord

Nom :

Prénom :

LE LIVRET DES ALIMENTS N°2

Coche ton école :

- ☐ Château de Pouilly
- ☐ Côteaux du Suzon
- ☐ Darcy Mauchaussé
- ☐ Joséphine Baker

Coche si tu es une fille ou un garçon :

- ☐ Fille
- ☐ Garçon

Coche ta classe :

- ☐ CE2
- ☐ CM1
- ☐ CM2



EGC1

Est-ce que tu as envie de goûter cet aliment ?

Coche la bulle qui correspond à ton choix :



O 1

Pas du tout envie



O 2

Pas tellement envie



O 3

Ni envie ni pas envie



O 4

Un peu envie



O 5

Très envie

EDC1

Comment as-tu envie de découvrir cet aliment ?

Indique ta réponse en cochant une ou plusieurs cases :

☐ 1



En le regardant

☐ 2



En le sentant

☐ 3



En le touchant

☐ 4



En l'écoutant

☐ 5



En le mettant dans ma bouche

☐ 6



Je n'ai pas envie de découvrir cet aliment



EGC2

Est-ce que tu as envie de goûter cet aliment ?

Coche la bulle qui correspond à ton choix :



O 1

Pas du tout envie



O 2

Pas tellement envie



O 3

Ni envie ni pas envie



O 4

Un peu envie



O 5

Très envie

EDC2

Comment as-tu envie de découvrir cet aliment ?

Indique ta réponse en cochant une ou plusieurs cases :

☐ 1



En le regardant

☐ 2



En le sentant

☐ 3



En le touchant

☐ 4



En l'écoutant

☐ 5



En le mettant dans ma bouche

☐ 6



Je n'ai pas envie de découvrir cet aliment



EGC3

Est-ce que tu as envie de goûter cet aliment ?

Coche la bulle qui correspond à ton choix :



O¹

Pas du tout envie



O²

Pas tellement envie



O³

Ni envie ni pas envie



O⁴

Un peu envie



O⁵

Très envie

EDC3

Comment as-tu envie de découvrir cet aliment ?

Indique ta réponse en cochant une ou plusieurs cases :

☐¹



En le regardant

☐²



En le sentant

☐³



En le touchant

☐⁴



En l'écoutant

☐⁵



En le mettant dans ma bouche

☐⁶



Je n'ai pas envie de découvrir cet aliment



EGC4

Est-ce que tu as envie de goûter cet aliment ?

Coche la bulle qui correspond à ton choix :



O 1

Pas du tout envie



O 2

Pas tellement envie



O 3

Ni envie ni pas envie



O 4

Un peu envie



O 5

Très envie

EDC4

Comment as-tu envie de découvrir cet aliment ?

Indique ta réponse en cochant une ou plusieurs cases :

☐ 1



En le regardant

☐ 2



En le sentant

☐ 3



En le touchant

☐ 4



En l'écoutant

☐ 5



En le mettant dans ma bouche

☐ 6



Je n'ai pas envie de découvrir cet aliment

Ecris le nom du plat ou de l'aliment que tu reconnais sur les photos



IDC1



IDC2



IDC3



IDC4

La famille des choux est très grande !

Voici deux exemples :



Le chou-fleur

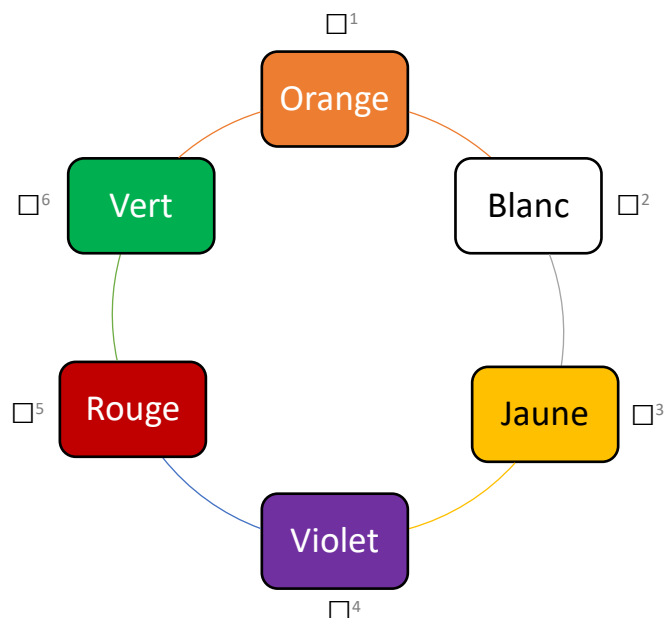


Les choux de Bruxelles

COC1 Selon toi, comment peut-on manger des choux ?
Indique ta réponse en cochant une ou plusieurs cases :

- ☐¹ Chaud
- ☐² Froid
- ☐³ Le midi
- ☐⁴ Au goûter
- ☐⁵ En entrée
- ☐⁶ Fermenté

COC2 Selon toi, de quelle(s) couleur(s) peuvent être les choux ?
Indique ta réponse en cochant une ou plusieurs cases :



COC3 Parmi les 6 aliments suivants, le(s)quel(s) font partie de la famille des choux ?
Indique ta réponse en cochant une ou plusieurs cases :



☐¹



☐²



☐³



☐⁴

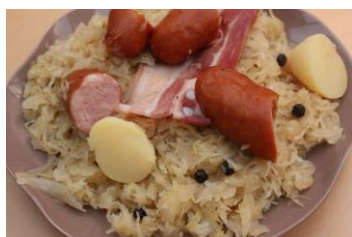


☐⁵



☐⁶

COC4 Parmi les 6 plats suivants, dans quel(s) plat(s) retrouves-tu des choux ?
Indique ta réponse en cochant une ou plusieurs cases :



☐¹

Choucroute



☐²

Tartiflette



☐³

Chouquette



☐⁴

Endives braisées



☐⁵

Chips de kale



☐⁶

Salade coleslaw

Nom :

Prénom :

LE LIVRET DES ALIMENTS N°3

Coche ton école :

- ☐ Château de Pouilly
- ☐ Côteaux du Suzon
- ☐ Darcy Mauchaussé
- ☐ Joséphine Baker

Coche si tu es une fille ou un garçon :

- ☐ Fille
- ☐ Garçon

Coche ta classe :

- ☐ CE2
- ☐ CM1
- ☐ CM2



EGL1

Est-ce que tu as envie de goûter cet aliment ?

Coche la bulle qui correspond à ton choix :



O 1

Pas du tout envie



O 2

Pas tellement envie



O 3

Ni envie ni pas envie



O 4

Un peu envie



O 5

Très envie

EDL1

Comment as-tu envie de découvrir cet aliment ?

Indique ta réponse en cochant une ou plusieurs cases :

☐ 1



En le regardant

☐ 2



En le sentant

☐ 3



En le touchant

☐ 4



En l'écoutant

☐ 5



En le mettant dans ma bouche

☐ 6



Je n'ai pas envie de découvrir cet aliment



EGL2 **Est-ce que tu as envie de goûter cet aliment ?**
 Coche la bulle qui correspond à ton choix :



O 1

Pas du tout envie



O 2

Pas tellement envie



O 3

Ni envie ni pas envie



O 4

Un peu envie



O 5

Très envie

EDL2 **Comment as-tu envie de découvrir cet aliment ?**
 Indique ta réponse en cochant une ou plusieurs cases :

☐ 1



En le regardant

☐ 2



En le sentant

☐ 3



En le touchant

☐ 4



En l'écouter

☐ 5



En le mettant dans ma bouche

☐ 6



Je n'ai pas envie de découvrir cet aliment



EGL3 **Est-ce que tu as envie de goûter cet aliment ?**
Coche la bulle qui correspond à ton choix :



O ¹

Pas du tout envie



O ²

Pas tellement envie



O ³

Ni envie ni pas envie



O ⁴

Un peu envie



O ⁵

Très envie

EDL3 **Comment as-tu envie de découvrir cet aliment ?**
Indique ta réponse en cochant une ou plusieurs cases :

☐ ¹



En le regardant

☐ ²



En le sentant

☐ ³



En le touchant

☐ ⁴



En l'écoutant

☐ ⁵



En le mettant dans ma bouche

☐ ⁶



Je n'ai pas envie de découvrir cet aliment



EGL4 **Est-ce que tu as envie de goûter cet aliment ?**
Coche la bulle qui correspond à ton choix :



O ¹

Pas du tout envie



O ²

Pas tellement envie



O ³

Ni envie ni pas envie



O ⁴

Un peu envie



O ⁵

Très envie

EDL4 **Comment as-tu envie de découvrir cet aliment ?**
Indique ta réponse en cochant une ou plusieurs cases :

☐ ¹



En le regardant

☐ ²



En le sentant

☐ ³



En le touchant

☐ ⁴



En l'écoutant

☐ ⁵



En le mettant dans ma bouche

☐ ⁶



Je n'ai pas envie de découvrir cet aliment

Ecris le nom du plat ou de l'aliment que tu reconnais sur les photos



IDL1



IDL2



IDL3



IDL4

La famille des légumineuses est très grande !

Voici deux exemples :



Les pois-chiches

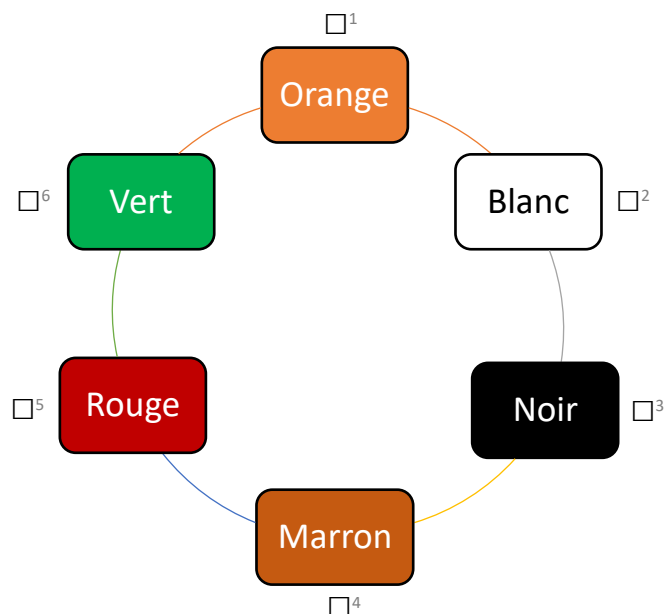


Les haricots

COL1 Selon toi, comment peut-on manger des légumineuses ?
Indique ta réponse en cochant une ou plusieurs cases :

- ☐¹ Chaud
- ☐² Froid
- ☐³ Le midi
- ☐⁴ Au goûter
- ☐⁵ En entrée
- ☐⁶ Germé

COL2 Selon toi, de quelle(s) couleur(s) peuvent être les légumineuses ?
Indique ta réponse en cochant une ou plusieurs cases :



COL3 Parmi les 6 aliments suivants, le(s)quel(s) font partie de la famille des légumineuses ?
Indique ta réponse en cochant une ou plusieurs cases :



☐¹



☐²



☐³



☐⁴



☐⁵



☐⁶

COL4 Parmi les 6 plats suivants, dans quel(s) plat(s) retrouves-tu des légumineuses ?
Indique ta réponse en cochant une ou plusieurs cases :



☐¹

Cassoulet



☐²

Ratatouille



☐³

Chili con carne



☐⁴

Paëlla



☐⁵

Spaghetti bolognaise



☐⁶

Dahl

Annexe 16 : MAR et teneurs en nutriments pour l'ensemble des menus, des menus végétariens et non-végétariens et des cinq catégories de menus

	ANC ¹ ou VMR ²	Tous les menus (n=249)	Menus non- végétariens (n=183)	Menus végétariens (n=66)	p ³
MAR (%)		48,7 (6,4)	49,4 (6,4)	46,9 (5,8)	0,003
Protéines (g/menu)	25	30,1 (7,8)	32,2 (7,3)	24,5 (6,3)	<0,001
Fibres (g/menu)	13	9,0 (3,2)	8,3 (2,7)	10,9 (3,7)	<0,001
Vitamine B1 (mg/menu)	0,8	0,3 (0,2)	0,4 (0,2)	0,3 (0,1)	0,016
Vitamine B2 (mg/menu)	1,2	0,4 (0,1)	0,4 (0,1)	0,4 (0,2)	0,409
Vitamine B3 (mg/menu)	9	5,3 (3,0)	6,1 (2,9)	3,2 (2,0)	<0,001
Vitamine B6 (mg/menu)	1	0,6 (0,2)	0,6 (0,2)	0,5 (0,2)	0,001
Vitamine B9 (µg/menu)	201	117,5 (30,6)	104,0 (42,1)	155,0 (84,2)	<0,001
Vitamine B12 (µg/menu)	1,4	1,5 (1,5)	1,8 (1,6)	0,7 (0,4)	<0,001
Vitamine C (mg/menu)	89	22,5 (16,9)	23,7 (17,9)	19,3 (13,4)	0,036
Vitamine D (µg/menu)	5	1,4 (1,3)	1,5 (1,4)	1,2 (0,7)	0,015
Vitamine E (mg/menu)	9,1	4,2 (1,9)	4,0 (1,9)	4,9 (1,9)	0,001
Vitamine A ⁴ (µg/menu)	501	452,1 (473,4)	459,0 (461,0)	433,1 (509,6)	0,717
Calcium (mg/menu)	924	243,5 (82,2)	235,0 (80,3)	267,2 (83,4)	0,006
Potassium (mg/menu)	2892	938,7 (248,9)	970,4 (262,0)	851,1 (182,7)	<0,001
Fer (mg/menu)	8,2	3,2 (1,2)	3,2 (1,3)	3,4 (0,9)	0,107
Magnésium (mg/menu)	203	91,1 (24,7)	88,8 (23,0)	97,5 (28,3)	0,028
Zinc (mg/menu)	9,2	3,5 (1,7)	3,7 (1,9)	2,8 (0,6)	<0,001
Cuivre (mg/menu)	1,2	0,7 (0,2)	0,7 (0,3)	0,8 (0,1)	0,001
Iode (µg/menu)	120	79,3 (33,1)	81,7 (35,6)	72,7 (24,2)	0,025
Sélénium (µg/menu)	39	72,4 (21,8)	73,0 (21,9)	71,0 (21,8)	0,542
LA ⁵ (g/menu)	8,9	3,1 (1,6)	3,0 (1,6)	3,6 (1,5)	0,004
ALA ⁶ (g/menu)	2,2	0,4 (0,4)	0,5 (0,5)	0,4 (0,2)	0,006
DHA ⁷ (mg/menu)	152	67,0 (79,5)	75,4 (90,8)	43,6 (16,2)	<0,001

Les valeurs présentées sont les moyennes et les écart-types (ET). ¹ANC : Apports nutritionnels conseillés pour les enfants âgés de 4 à 13 ans fréquentant l'école primaire en France (Poinot et al., 2022 ; Vieux et al., 2018). ²VMR : Valeurs maximales recommandées pour les enfants âgés de 4 à 12 ans (ANSES, 2012b, 2019, 2021c). ³Les tests de Student ont été effectués pour comparer les menus végétariens et non-végétariens (différence significative si : $p < 0,05$ pour les indicateurs génériques, $p < 0,002$ pour les nutriments). ⁴Vitamine A (µg) = rétinol + bêta-carotène. ⁵Acide linoléique (LA). ⁶Acide alpha-linolénique (ALA). ⁷Acide docosahexaénoïque (DHA).

Annexe 17 : Liste des plats principaux servis sur l'année scolaire 2021-2022 avec leurs scores d'appréciation, présentés du moins au plus apprécié

Date	nb_obs	score app	nom_composante1	nom_composante2
28/01/2022	33	3,22	Boulettes de lentilles bio sauce curry	Chou-fleur fleurette
21/10/2021	32	3,29	Dos de lieu frais sauce vigneronne	Poêlée de légumes aux mini penne
12/11/2021	32	3,30	Jambon grill loc sauce dijonnaise	Salsifis sauce blanche
15/10/2021	31	3,38	Omelette nature bio	Chou vert braisé aux petits légumes
07/10/2021	30	3,41	Paleron de bœuf sauce paprika	Courgettes bio gratinées
18/11/2021	31	3,43	Sauté de bœuf sauce flamande	Poêlée 4 légumes
14/01/2022	34	3,43	Jambon grill loc sauce dijonnaise	Chou vert braisé aux petits légumes
04/02/2022	33	3,44	Pépites de poisson blanc gratinées	Salsifis sauce blanche
14/09/2021	20	3,46	Rôti de porc IGP au jus	Haricots rouges à la tomate 4C
25/03/2022	29	3,47	Omelette nature	Chou vert braisé aux petits légumes
03/02/2022	35	3,49	Omelette nature bio	Lentilles corail à la noix de coco bio
03/05/2022	32	3,51	Boulettes de flageolet bio sauce curry	Haricots verts bio
26/11/2021	37	3,54	Rôti de bœuf / Ketchup	Poêlée de légumes du marché
04/03/2022	30	3,54	Dos de lieu frais MSC sauce safranée	Purée loc de patates douces
23/06/2022	26	3,54	Dos de lieu frais MSC sauce fromage ail et fines herbes	Poêlée de légumes aux mini penne
07/03/2022	32	3,55	Quenelle de volaille loc sauce financière	Haricots verts bio
24/05/2022	32	3,56	Galette de pois-chiche bio sauce curry	Brocolis fleurette
08/10/2021	33	3,56	Galette de pois-chiches bio sauce tomate	Boulgour bio 4C
20/01/2022	33	3,58	Sauté de bœuf au jus	Carottes bio persillées
15/03/2022	32	3,58	Émincé de poulet LR sauce basquaise	Épinards bio
06/12/2021	34	3,59	Quenelle de brochet fraîche sauce normande	Épinards bio
07/02/2022	32	3,59	Haut de cuisse de poulet BBC sauce forestière	Quinoa bio 4C
21/01/2022	33	3,60	Filet de cabillaud MSC sauce oseille	Poêlée de légumes aux mini penne
04/04/2022	29	3,60	Quenelle de volaille loc sauce financière	Carottes bio vichy
03/03/2022	32	3,61	Sauté de bœuf bio sauce provençale	Poêlée campagnarde
30/06/2022	6	3,62	Sauté de bœuf bio sauce provençale	Brocolis fleurette
14/06/2022	22	3,63	Filet de colin MSC sauce américaine	Ratatouille niçoise
28/06/2022	25	3,64	Filet de colin MSC sauce américaine	Carottes bio vichy
22/10/2021	33	3,64	Quenelle de volaille sauce normande	Quinoa bio 4C
01/02/2022	34	3,64	Rôti de dinde sauce crème	Brocolis fleurette
21/03/2022	30	3,65	Dos de lieu frais MSC sauce oseille	Carottes bio vichy
03/01/2022	34	3,65	Filet de colin MSC sauce américaine	Carottes bio vichy
15/04/2022	32	3,66	Pané moelleux nature	Épinards bio
11/03/2022	28	3,67	Rôti de porc LR sauce cancoillotte loc	Purée loc de potiron
24/03/2022	31	3,67	Sauté de bœuf bio sauce dijonnaise	Céréales gourmandes bio 4C
13/09/2021	25	3,68	Émincé de poulet BBC sauce basquaise	Brocolis fleurette
12/10/2021	33	3,68	Timbale de la mer	Haricots beurre persillés
11/02/2022	31	3,68	Paupiette de veau sauce chasseur	Épinards bio
30/09/2021	34	3,69	Rôti de bœuf bio au jus	Lentilles bio loc aux petits légumes 4C
23/09/2021	25	3,69	Pané moelleux nature	Courgettes cubes à la provençale
07/12/2021	36	3,70	Haut de cuisse de poulet BBC au jus	Chou-fleur persillé
14/03/2022	33	3,71	Boulettes de lentilles bio sauce Gaston Gérard	Riz bio pilaf 4C
10/12/2021	35	3,71	Dos de lieu frais MSC sauce vache qui rit	Riz bio pilaf
14/04/2022	30	3,72	Rôti de bœuf bio au jus	Boulgour bio

08/02/2022	31	3,72	Dos de lieu frais MSC sauce badiane	Carottes bio vichy
17/09/2021	26	3,73	Filet de poisson blanc meunière	Trio de légumes bio
04/10/2021	31	3,73	Œufs pochés sauce carbonara	Brocolis fleurette
29/03/2022	28	3,74	Cannelloni ricotta épinards sauce crème	-
23/05/2022	34	3,74	Filet de colin MSC sauce américaine	Haricots beurre
17/01/2022	33	3,75	Pané moelleux nature	Cordiale ligne
03/12/2021	35	3,76	Dos de lieu frais MSC sauce normande	Céréales gourmandes bio
24/09/2021	31	3,76	Œufs en meurette au poulet	Purée de pommes de terre loc
11/04/2022	31	3,76	Saucisse viennoise de dinde	Cordiale ligne
11/10/2021	35	3,77	Émincé de poulet BBC sauce basquaise	Cordiale ligne
15/11/2021	32	3,78	Émincé de poulet LR sauce milanaise	Haricots verts bio
13/05/2022	28	3,78	Rôti de bœuf bio au jus	Quinoa bio eq 4C
17/05/2022	34	3,78	Filet de flétan sauce beurre citron	Ratatouille niçoise
17/03/2022	19	3,78	Filet de colin MSC sauce lait de coco	Cordiale ligne
21/09/2021	31	3,79	Dos de lieu frais sauce badiane	Carottes bio vichy
03/06/2022	24	3,79	Aiguillettes de poulet sauce crème	Légumes méditerranéennes/ Gruyère
17/06/2022	24	3,80	Céréales gourmandes bio	Flan de courgettes bio
20/09/2021	26	3,80	Bouchées de poulet rôties	Épinards bio
05/04/2022	29	3,80	Filet de colin MSC sauce américaine	Quinoa bio 4C
05/05/2022	31	3,81	Pané moelleux nature	Flan de courgettes bio
22/03/2022	33	3,81	Gratin de pommes de terre bio façon tartiflette	-
10/05/2022	33	3,82	Dos de lieu frais MSC sauce oseille	Cordiale ligne
01/10/2021	30	3,82	Blanc de poulet BBC sauce chasseur	Flan de potiron bio
02/06/2022	24	3,83	Dos de lieu frais MSC sauce dieppoise	Penne bio 4C
06/01/2022	32	3,84	Rôti de porc sauce thym	Poêlée de légumes du marché
13/12/2021	36	3,84	Pané moelleux nature	Carottes bio vichy
31/03/2022	8	3,84	Sauté de bœuf bio sauce flamande	Macaroni bio
09/06/2022	22	3,85	Filet de poisson blanc meunière MSC	Quinoa bio à la tomate 4C
10/03/2022	30	3,85	Raviolis bolognaise végétale bio sauce tomate	-
11/01/2022	19	3,86	Lentilles bio loc aux petits légumes	Riz bio pilaf
25/11/2021	33	3,86	Blanc de poulet BBC sauce dijonnaise	Blé bio 4C
01/04/2022	29	3,87	Filet de poisson blanc meunière	Chou-fleur sauce fromage
07/04/2022	33	3,87	Pané moelleux nature	Haricots verts bio persillées
19/05/2022	31	3,87	Paupiette de veau sauce chasseur	Blé bio aux petits légumes
08/03/2022	15	3,88	Filet de colin MSC sauce américaine	Quinoa bio 4C
08/04/2022	33	3,88	Sauté de bœuf bio sauce paprika	Purée de pommes de terre loc 4C
07/01/2022	34	3,89	Boulettes de bœuf bio sauce Gaston Gérard	Bouलगour bio 4C
16/06/2022	22	3,89	Sauté de bœuf bio sauce flamande	Trio de légumes bio
29/11/2021	35	3,89	Saucisse viennoise de dinde	Carottes bio vichy
28/03/2022	29	3,90	Bouchées de poulet rôties	Cordiale ligne
25/01/2022	35	3,91	Dos de lieu frais MSC sauce badiane	Purée loc de céleri
17/12/2021	35	3,94	Filet de poisson blanc meunière	Trio de légumes bio
22/11/2021	33	3,95	Filet de flétan sauce beurre citron	Bouलगour bio
18/03/2022	33	3,95	Couscous au poulet BBC	Semoule bio 4C
09/12/2021	35	3,95	Raviolis épinards bio sauce crème	-
08/11/2021	31	3,95	Pané moelleux nature	Haricots rouges à la tomate 4C
30/05/2022	32	3,95	Bouchées de poulet rôties	Épinards bio
09/11/2021	30	3,96	Bouchées de poulet rôties	Cordiale ligne

21/06/2022	21	3,96	Haricots rouges à la tomate	Riz bio pilaf
18/10/2021	30	3,98	Haut de cuisse de poulet rôti au jus	Semoule bio 4C
24/06/2022	26	4,00	Aiguillettes de poulet sauce miel	Épinards bio
12/05/2022	32	4,00	Bouchées de poulet rôties au jus	Haricots plats
10/01/2022	31	4,00	Filet de flétan sauce beurre citron	Coquillettes bio
01/03/2022	34	4,00	Saucisse de Morteau IGP	Chou-fleur persillé
27/09/2021	29	4,01	Tortellinis trois couleurs au fromage sauce crème	-
27/06/2022	25	4,02	Pané de blé tomate-mozarella	Purée de pommes de terre loc 4C
19/10/2021	33	4,03	Tortellinis trois couleurs au fromage sauce crème	-
20/05/2022	32	4,04	Pané moelleux nature	Haricots rouges à la tomate 4C
13/06/2022	24	4,05	Saucisse viennoise de dinde	Lentilles bio loc aux petits légumes 4C
24/01/2022	32	4,06	Émincé de poulet sauce milanaise	Blé bio 4C
12/04/2022	32	4,06	Émincé de poulet sauce basquaise	Coquillettes bio 4C
07/06/2022	21	4,07	Tortellinis trois couleurs au fromage sauce crème	-
04/01/2022	34	4,08	Tortellinis trois couleurs au fromage sauce crème	-
10/02/2022	32	4,11	Bœuf bio bourguignon	Pommes noisettes
30/11/2021	36	4,12	Œufs pochés sauce carbonara	Spaghetti bio 4C
23/11/2021	37	4,12	Saucisse de Morteau IGP	Riz bio pilaf 4C
16/09/2021	26	4,14	Sauté de bœuf bio sauce pain d'épices	Frites
14/10/2021	32	4,14	Filet de colin MSC sauce dieppoise	Frites 4C
10/06/2022	22	4,17	Rôti de porc LR au jus	Pommes noisettes
19/11/2021	30	4,17	Filet de colin MSC sauce américaine	Pommes noisettes 4C
16/12/2021	36	4,18	Sauté de bœuf sauce au miel de Dijon	Pommes noisettes 4C
09/05/2022	33	4,19	Tortellinis trois couleurs au fromage sauce crème	-
20/06/2022	22	4,20	Œufs pochés sauce carbonara	Spaghetti bio 4C
02/12/2021	37	4,22	Boulettes de lentilles bio sauce tomate	Frites 4C
16/05/2022	32	4,24	Émincé de poulet sauce basquaise	Macaroni bio 4C
18/01/2022	35	4,28	Saucisse de Morteau IGP	Macaroni bio 4C
28/09/2021	28	4,30	Saucisse de Morteau IGP	Pommes noisettes
28/02/2022	34	4,32	Bouchées de poulet rôties au jus	Coquillettes bio 4C
06/05/2022	32	4,34	Sauté de dinde LR sauce paprika	Frites
02/05/2022	30	4,36	Bolognaise au bœuf bio	Spaghetti bio 4C / Gruyère
31/01/2022	34	4,40	Bolognaise au bœuf bio	Spaghetti bio 4C / Gruyère

Annexe 18 : Comparaison des données socio-démographiques des répondants à l'enquête avec celles des parents ayant leur(s) enfant(s) inscrit(s) à la restauration scolaire de Dijon en 2022

	Echantillon		Population	
	N	Moy. (ET) ou fréq. (%)	N	Moy. (ET) ou fréq. (%)
Niveau scolaire de l'enfant, fréquence (%)	1261		10139	
<i>Maternelle</i>		507 (40)		6208 (36)
<i>Primaire</i>		730 (58)		3589 (61)
<i>Autre¹</i>		24 (2)		342 (3)
Type de repas, fréquence (%)	1261		10139	
<i>Classique</i>		873 (69)		6651 (66)
<i>Sans porc</i>		373 (30)		3372 (33)
<i>Autre¹</i>		15 (1)		116 (1)
Situation familiale, fréquence (%)	909		7037 ¹	
<i>En couple</i>		705 (77)		4918 (70)
<i>Célibataire</i>		198 (22)		2119 (30)
<i>Autre¹</i>		6 (1)		-
Nombre d'enfants à charge, moyenne (ET)	907 ¹	1,9 (0.8)	7043	2,2 (1.1)
Niveau de la CSP, fréquence (%)	909		6996 ¹	
<i>Faible</i>		45 (5)		1891 (27)
<i>Moyen</i>		462 (51)		3715 (53)
<i>Elevé</i>		402 (44)		1390 (20)

¹ Valeurs manquantes ou réponses incorrectes

Annexe 19 : Analyses de sensibilité sur les données de l'enquête

A. Analyses excluant les réponses « Je ne sais pas »

Modèle 1 : Caractéristiques socio-démographiques ¹ (n=978)		Rapport de cotes ²	IC 95%
<i>Genre de l'enfant</i>	Fille vs. Garçon	0,97	(0,72-1,31)
<i>Niveau scolaire</i>	Elémentaire vs. Maternelle	0,91	(0,66-1,27)
<i>Fréquentation de la restauration scolaire (nb/semaine)</i>	4 vs. 3	0,88	(0,75-1,04)
<i>Type de repas</i>	Sans porc vs. Classique	17,45	(10,83-28,10)
<i>Genre du parent répondant</i>	Femme vs. Homme	1,42	(0,98-2,07)
<i>Age du parent répondant (âge)</i>	39 vs. 38	1,01	(0,98-1,04)
<i>Situation familiale</i>	En couple vs. Célibataire	1,67	(1,11-2,51)
<i>Nombre d'enfants inscrits à la restauration scolaire</i>	3 vs. 2	0,87	(0,71-1,05)
<i>Niveau d'éducation</i>	Faible vs. Moyen	0,62	(0,36-1,08)
	Faible vs. Elevé	0,22	(0,13-0,38)
	Moyen vs. Elevé	0,36	(0,25-0,52)
Modèle 2 : Régime alimentaire des adultes ³ (n=720)		Flexitarien vs. Omnivore	5,83 (3,88-8,77)
Modèle 3 : Motivations en termes de choix alimentaires ⁴ (n=720)			
<i>Bons à manger</i>	7.4 vs. 6.4	0,70	(0,56-0,90)
<i>Bons pour la santé</i>	7.4 vs. 6.4	1,41	(1,10-1,81)
<i>Naturels</i>	6.9 vs. 5.9	0,92	(0,75-1,11)
<i>Respectueux de l'environnement</i>	6.6 vs. 5.6	1,41	(1,15-1,72)
<i>Respectueux du bien-être animal</i>	6.4 vs. 5.4	1,04	(0,89-1,23)
<i>Réconfortants</i>	5.4 vs. 4.4	1,01	(0,90-1,14)
<i>Issus du commerce équitable</i>	5.3 vs. 4.3	1,06	(0,92-1,22)
<i>Faciles et rapides à préparer</i>	5.2 vs. 4.2	0,99	(0,86-1,12)
<i>Familiers ou habituels</i>	5.3 vs. 4.3	0,79	(0,70-0,90)
<i>Pas chers</i>	5 vs. 4	0,88	(0,76-1,02)

¹Variables socio-démographiques des parents et des enfants comme variables indépendantes. ²La probabilité modélisée était la volonté de choisir un deuxième repas végétarien hebdomadaire (« oui » par rapport à « non »). Les rapports de cotes significatifs avec un $\alpha \leq 5\%$ sont indiqués en gras. ³Le régime alimentaire des adultes en tant que variable indépendante et toutes les variables socio-démographiques des parents et des enfants en tant que variables de contrôle. Le groupe végétarien comprenait les individus pesco-végétariens, lacto-ovo-végétariens et végétaliens. ⁴Les motivations en termes de choix alimentaires en tant que variables indépendantes et toutes les variables socio-démographiques des parents et des enfants en tant que variables de contrôle. Pour les variables quantitatives, la référence était la moyenne, et le rapport des cotes a été calculé comme la moyenne + 1.

B. Analyses incluant le niveau de la CSP à la place du niveau d'éducation

Modèle 1 : Caractéristiques socio-démographiques ¹ (n=1176)		Rapport de cotes ²	IC 95%
<i>Genre de l'enfant</i>	Fille vs. Garçon	0,98	(0,76-1,27)
<i>Niveau scolaire</i>	Elémentaire vs. Maternelle	0,91	(0,69-1,21)
<i>Fréquentation de la restauration scolaire (nb/semaine)</i>	4 vs. 3	0,81	(0,71-0,93)
<i>Type de repas</i>	Sans porc vs. Classique	7,85	(5,55-11,11)
<i>Genre du parent répondant</i>	Femme vs. Homme	1,16	(0,84-1,61)
<i>Age du parent répondant (âge)</i>	39 vs. 38	1,01	(0,98-1,03)
<i>Situation familiale</i>	En couple vs. Célibataire	1,53	(1,07-2,20)
<i>Nombre d'enfants inscrits à la restauration scolaire</i>	3 vs. 2	0,92	(0,78-1,08)
<i>Niveau de la catégorie socio-professionnelle</i>	Faible vs. Moyen	1,34	(0,68-2,63)
	Faible vs. Elevé	0,60	(0,30-1,21)
	Moyen vs. Elevé	0,45	(0,34-0,60)

¹Variables socio-démographiques des parents et des enfants comme variables indépendantes. ²La probabilité modélisée était la volonté de choisir un deuxième repas végétarien hebdomadaire (« oui » par rapport à « non/je ne sais pas »). Les rapports de cotes significatifs avec un $\alpha \leq 5\%$ sont indiqués en gras.

Annexe 20 : Effets mesurés sur l'envie de goûter d'autres aliments

C. Envie de goûter d'autres aliments : chou rouge, épinard et algues

c. Envie de goûter à d'autres aliments (chou rouge, épinard et algues)									
	Avant			Après			Différence ajustée ¹		p
	N	Moyenne	ET	N	Moyenne	ET	Estimation	IC 95%	
Chou rouge									
Groupe contrôle	308	2,81	1,66	291	3,10	1,59	0,32	[0,17;0,48]	0,32
Groupe intervention	265	2,86	1,56	251	3,12	1,51	0,26	[0,09;0,43]	0,26
Epinards									
Groupe contrôle	307	2,95	1,72	291	3,13	1,69	0,19	[0,02;0,35]	0,19
Groupe intervention	265	2,96	1,73	251	3,07	1,64	0,19	[0,01;0,37]	0,19
Algues									
Groupe contrôle	307	2,08	1,36	290	1,98	1,35	-0,14	[-0,30;0,004]	-0,15
Groupe intervention	265	2,23	1,43	251	2,26	1,42	0,06	[-0,10;0,23]	0,06

¹Modèles mixtes linéaires incluant le temps (avant, après), le groupe (contrôle, intervention), l'interaction temps x groupe en tant qu'effets fixes et le participant en tant qu'effet aléatoire. Les modèles ont été ajustés en fonction du genre et du niveau scolaire. La procédure « mixed » a été utilisée (SAS). Le niveau de significativité a été fixé à 5%. La dernière colonne rapporte l'interaction temps x groupe.

D. Envie de goûter d'autres aliments : lentilles, quinoa et crosnes

D. Envie de goûter d'autres aliments : lentilles, quinoa et crosnes									
	Avant			Après			Différence ajustée ¹		p
	N	Moyenne	ET	N	Moyenne	ET	Estimation	IC 95%	
Lentilles									
Groupe contrôle	277	2,94	1,57	303	2,99	1,65	0,10	[-0,05;0,25]	-0,05
Groupe intervention	260	2,90	1,56	282	3,09	1,59	0,17	[0,01;0,34]	0,01
Quinoa									
Groupe contrôle	277	3,77	1,51	304	3,64	1,61	-0,13	[-0,28;0,02]	-0,13
Groupe intervention	260	3,87	1,35	282	3,88	1,35	0,08	[-0,07;0,24]	0,08
Crosnes									
Groupe contrôle	277	2,54	1,56	303	2,55	1,60	0,02	[-0,14;0,18]	0,18
Groupe intervention	260	2,86	1,60	282	3,04	1,67	0,20	[0,03;0,37]	0,37

¹Modèles mixtes linéaires incluant le temps (avant, après), le groupe (contrôle, intervention), l'interaction temps x groupe en tant qu'effets fixes et le participant en tant qu'effet aléatoire. Les modèles ont été ajustés en fonction du genre et du niveau scolaire. La procédure « mixed » a été utilisée (SAS). Le niveau de significativité a été fixé à 5%. La dernière colonne rapporte l'interaction temps x groupe.

Annexe 21 : Photos de plats principaux servis par la restauration scolaire de la Ville de Dijon

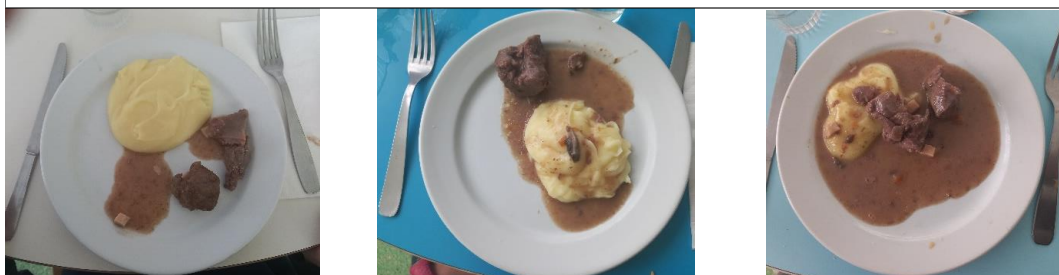
Omelette nature et chou vert braisé aux petits légumes



Aiguillettes de poulet sauce basquaise et haricots verts



Sauté de bœuf sauce bourguignonne au poulet et purée de pomme de terre



Dos de lieu frais sauce badiane et carottes Vichy



Quenelle de volaille sauce milanaise et quinoa



Légende : les enfants sont libres de se servir donc la portion avant consommation reflète une partie de la portion consommée.

Annexe 22 : Note sur la généralisation du deuxième menu végétarien hebdomadaire pour la restauration scolaire de Dijon

Objet : Note de réflexion relative au 2ème menu végétarien hebdomadaire de la restauration scolaire de la Ville de Dijon

Autrices : Justine Dahmani, Lucile Marty, Sophie Nicklaus, INRAE

Date de création : 14.11.2022, mise à jour le 12.01.2023

Objectifs des menus végétariens : Diversifier les sources de protéines (loi Egalim) et réduire les émissions de gaz à effet de serre de la restauration scolaire (projet Territoires d'Innovation Dijon Alimentation Durable 2030). Voir aussi engagement du maire de Dijon n°17. *Augmenter la part de produits locaux de qualité et bio dans la restauration scolaire, proposer davantage de repas végétariens et lutter contre le gaspillage alimentaire.*

Quelles sont les options possibles pour la restauration scolaire de la Ville de Dijon ?

1. Conserver l'offre actuelle : 1 menu végétarien hebdomadaire
2. Proposer un 2^e menu végétarien hebdomadaire pour les familles qui le souhaitent
3. Mettre en place un 2^e menu végétarien hebdomadaire pour l'ensemble des convives
4. Proposer une offre végétarienne quotidienne pour les familles qui le souhaitent
5. Quels sont les enseignements des travaux menés dans le cadre du projet TI DAD2030 ?

Dimension nutritionnelle :

Sur la base des données de la cuisine centrale (menus servis en 2019), nous avons objectivé le fait que les menus composés d'un plat végétarien (c'est-à-dire sans viande ni poisson) possèdent une qualité nutritionnelle satisfaisante et équivalente aux menus non-végétariens. En moyenne, un menu composé d'un plat végétarien permet de couvrir 48,4% des besoins nutritionnels journaliers des enfants en 23 nutriments essentiels, tout comme les menus non végétariens. De telles conclusions avaient été apportées par d'autres auteurs, même l'ANSES a indiqué que, compte tenu des apports nutritionnels moyens des enfants hors restauration scolaire, l'analyse de la composition nutritionnelle des menus généralement servis aux enfants en restauration scolaire ne permet pas d'envisager de fréquence maximale pour les menus végétariens dans les séries de 20 repas tels que définis par le GEMRCN.

Plus précisément, sur la base des données dijonnaises, on peut relever que :

- Les menus à base de poisson sont essentiels pour leurs apports en vitamine D et DHA et doivent être maintenus dans les programmes de menus servis, idéalement une fois par semaine pour tous les enfants qui fréquentent la restauration scolaire.
- Les menus dont le plat est composé de produits végétaux possèdent des teneurs en sel et acides gras saturés qui ne dépassent pas les recommandations journalières, contrairement aux menus non-végétariens, ou végétariens à base d'œuf et de fromage.

Dimension environnementale :

Sur la base des données dijonnaises (menus servis en 2019), nous avons observé qu'en moyenne, un menu composé d'un plat végétarien émet 2 fois moins de gaz à effet de serre qu'un menu non- végétarien. De plus, un menu dont le plat est composé de produits végétaux émet 4 fois moins de gaz à effet qu'un menu dont le plat est à base de viande de ruminant (bœuf, veau, mouton). Aussi le levier le plus efficace pour réduire les émissions de gaz à effet de serre des menus servis en restauration scolaire consiste à remplacer les menus à base de viande de ruminant par des menus à base de plats végétariens.

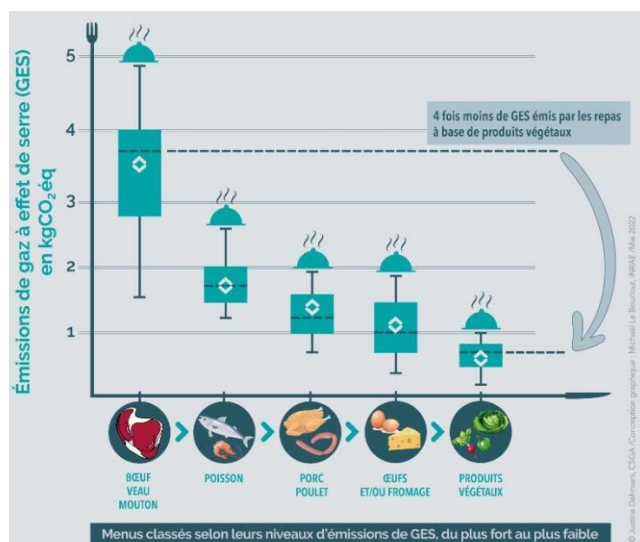


Figure 1 : Emissions de gaz à effets de serre associées à différents types de menus servis aux enfants en 2019.

Source : Dossier INRAE : De « Chouettes cantines » portées par un Territoire d'innovation (2022)

Dimension économique :

Nous n'avons pas encore pu conduire une analyse fine des coûts associés aux différents types de menus pour la restauration de la Ville de Dijon, car les données nécessaires à la conduite de cette analyse sont pour l'instant renseignées de manière incomplète. Cependant, une analyse nationale montre qu'un repas végétarien ne coûte en moyenne pas plus cher qu'un repas non-végétarien pour l'ensemble des répondants.

Appréciation par les enfants :

Les données collectées à l'aide des bornes de satisfaction dans les 38 restaurants scolaires de la ville de Dijon montrent que les plats végétariens sont tout autant appréciés par les enfants que les plats non-végétariens.

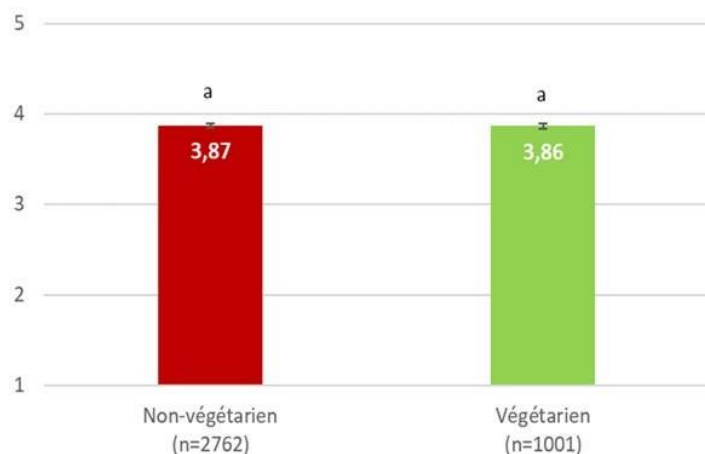


Figure 2 : Appréciation moyenne des plats non végétariens et végétariens à la restauration scolaire de la ville de Dijon pour l'année scolaire 2021-2022.

Attentes des parents :

L'enquête menée auprès des parents indique que la moitié des parents souhaitent opter pour le 2^{ème} menu végétarien hebdomadaire en restauration scolaire. Un tel niveau n'avait pas été envisagé par le service de restauration.

Inscription à un 2^e menu VG hebdomadaire

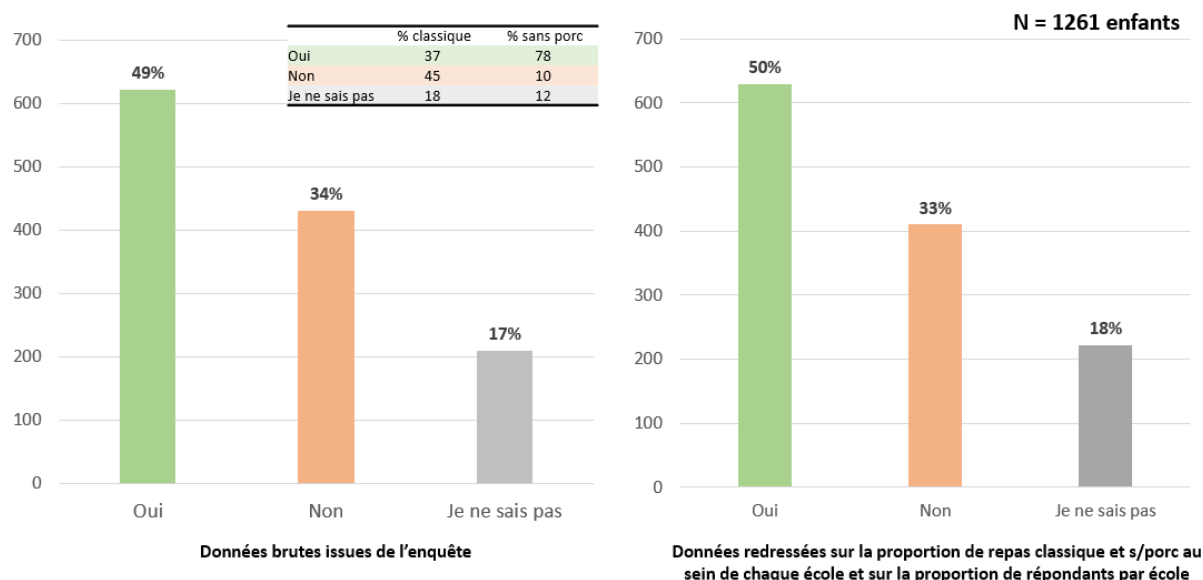


Figure 3 : Résultats de l'enquête conduite par INRAE et la Ville de Dijon du 30.09.2022 au 02.11.2022

En résumé, pour une semaine de menus de la restauration, il nous semble que le plan hebdomadaire suivant permettrait de diversifier les sources de protéines et de réduire les émissions de gaz à effet de serre, sans altérer la qualité nutritionnelle et l'appréciation des convives, tout en répondant à une demande partagée par la moitié des parents :

- 2 plats à base de viande, en limitant la fréquence des plats à base de viande de ruminant
- 1 plat à base de poisson
- 1 plat à base d'œuf et/ou fromage
- 1 plat à base de légumineuses

Suite aux résultats de l'enquête et compte tenu des contraintes de terrain au niveau de la cuisine centrale et/ou des restaurants satellites :

- Planification des repas (équilibre alimentaire et contraintes de production)
- Commandes, production des repas et gestion des stocks (effectifs prévisionnels)
- Communication auprès des familles
- Communication et formation des agents : animateurs, agents de service, cuisiniers
- Organisation et logistique sur le terrain

Dans ce contexte, il nous semblerait que la meilleure option à adopter serait de mettre en place un 2^{ème} menu végétarien hebdomadaire pour l'ensemble des convives, et non de manière optionnelle.

Des indicateurs de suivi (appréciation, gaspillage alimentaire et fréquentation des restaurants scolaires) pourraient permettre d'évaluer la mise en place de cette offre.

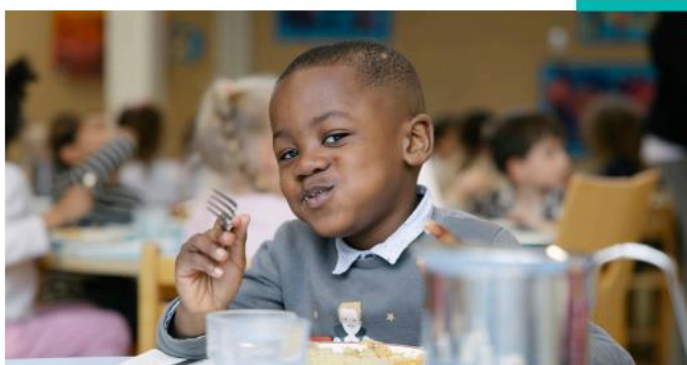
Alimentation saine et durable : Dijon s'engage

L'expérimentation menée ces six derniers mois dans les cantines dijonnaises, avec l'appui de l'INRAE (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement), d'une option offrant aux familles la possibilité de choisir un second repas végétarien hebdomadaire a été concluante à plusieurs titres : la Cuisine centrale a élargi significativement sa proposition de menus sans protéines animales, la présence des légumineuses s'est renforcée, l'équilibre nutritionnel a été parfaitement respecté et les enfants ont apprécié les nouvelles recettes proposées. Toutefois, le système d'option présentait quelques limites : incompréhension de certains enfants et diversité des régimes qui favorisait l'augmentation du gaspillage alimentaire notamment.

Fort de ces résultats très positifs, et afin d'en faire bénéficier plus largement les enfants, il a été décidé de généraliser l'expérience : en plus du repas végétarien servi une fois par semaine à tous les enfants depuis 2010, à partir du 10 juillet, les menus seront plus variés et intégreront une augmentation progressive de la fréquence des plats sans protéines animales, bons et équilibrés.

La ville de Dijon poursuit ainsi son engagement en faveur d'une alimentation toujours plus saine et durable accessible à tous, tout en veillant au plaisir gustatif des enfants.

Infos : dijon.fr



© Jonas Jacques / Ville de Dijon

Publications

Nutritional quality and greenhouse gas emissions of vegetarian and non-vegetarian primary school meals: A case study in Dijon, France

Version post-print

Justine Dahmani¹, Sophie Nicklaus¹, Jean-Michel Grenier², Lucile Marty¹

¹Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, CNRS, INRAE, Institut Agro, Université de Bourgogne Franche-Comté, F-21000 Dijon, France.

²Direction de la restauration municipale et de l'alimentation durable de la Ville de Dijon, F-21000 Dijon, France

Keywords: school canteen; meals; children; nutritional quality; greenhouse gas emissions; sustainability; vegetarian

Abstract

Since 2018 in France, national regulation mandates that school canteens serve a weekly vegetarian meal to reduce school canteens' environmental impact in addition to previous regulations imposing nutritional composition guidelines. However, a lunch without meat is often perceived as inadequate to cover the nutritional needs of children. The present study aims to assess the nutritional quality and greenhouse gas emissions (GHGE) of vegetarian and non-vegetarian school meals served in primary schools in Dijon, France. The catering department provided the composition of 249 meals served in 2019 and nutritional content and GHGE were retrieved from national food databases. The portion size of each meal component was the standard portion size recommended by the relevant French authority (GEMRCN). Meals were classified into vegetarian meals, i.e., without meat or fish (n = 66), or non-vegetarian meals (n = 183). The nutritional adequacy of the meals for children aged from 6 to 11 years was estimated using the mean adequacy ratio (MAR/2000 kcal) as the mean percentage of daily recommended intake for 23 nutrients and the mean excess ratio (MER/2000 kcal) as the mean percentage of excess compared to the maximum recommended value for three nutrients, considering lunch as the only source of energy for a daily intake of 2000 kcal. This analysis of actual school meals shows that both vegetarian and non-vegetarian meals had a similar good nutritional quality with a MAR/2000 kcal of 87.5% (SD 5.8) for vegetarian and of 88.5% (SD 4.5) for non-vegetarian meals, and a MER/2000 kcal of 19.3% (SD 15.0) for vegetarian and of 19.1% (SD 18.6) for non-vegetarian meals. GHGE were more than twofold reduced in vegetarian compared to non-vegetarian meals (0.9 (SD 0.3) vs. 2.1 (SD 1.0) kgCO₂ eq/meal). Thus, increasing the frequency of vegetarian meals, by serving egg-based, dairy-based or vegan recipes more frequently, would reduce the GHGE of meals while maintaining adequate nutritional quality of primary school meals.

1. Introduction

Non-communicable diseases (e.g., overweight, obesity, diabetes, and cardiovascular diseases) as well as environmental threats (e.g., global warming, atmospheric pollution, water pollution and deforestation) require identifying dietary changes that will improve nutritional quality and reduce the environmental impact of diets (Clark *et al.*, 2019; Willett *et al.*, 2019). Because school canteens may contribute to establishing social norms around eating and account for a significant share of food consumed by children, school canteens could act as a lever toward more sustainable food systems, i.e. by making nutritious and environmentally friendly meals accessible to a large number of children through national or local public policies (Coleman *et al.*, 2021). Hence, modification of school catering taking environmental issues into account while maintaining a strong emphasis on nutrition now seems necessary (Demas *et al.*, 2010; Fairchild and Collins, 2011; Wickramasinghe *et al.*, 2016; Poole *et al.*, 2020) and possible, as optimization studies identified nutritionally adequate and environmentally friendly school meals (Benvenuti *et al.*, 2016; Elinder *et al.*, 2020). In Spain, the municipality of Barcelona introduced low-carbon meals in public schools during the 2020-2021 school year. The evaluation of this experiment showed that the transition to a low-carbon meal had environmental benefits by halving the environmental impacts (Batlle-Bayer *et al.*, 2021). In Bahia (Brazil), the Sustainable School Program (SSP) implemented low-carbon meals twice a week in 155 schools in 4 municipalities and showed a 17% reduction in diet-related greenhouse gas emissions (GHGE) (Kluczkowski *et al.*, 2022).

Currently, in France, 8.5 million children aged 3 to 17 years eat at least once a week in school canteens. Among children aged 3 to 10 years, 58% eat lunch regularly at the school canteens, i.e., at least 4 days a week (ANSES, 2021a). In France, the responsibility for serving meals in primary schools lies with the municipalities. Meals can be provided by municipalities services or delegated to a catering company. Since the first “National Health and Nutrition Plan” (Herberg *et al.*, 2008) was launched in 2001 in France, primary school canteens, which are the focus of the present study, have been targeted by public health measures. School meals are typically structured based on four or five components: starter (optional), protein dish, side dish, dairy product, and dessert (optional). Each day, a unique menu is proposed to children (Ministry of education, youth and sport, 2020)⁶. In 2011, the Ministry of Agriculture published 15 mandatory recommendations based on work of the “Market Research Group for Collective Catering and Nutrition” related to the frequency of serving dishes over 20 consecutive meals and the portion sizes based on children’s age (GEMRCN, 2015)⁷. A study published in 2016 by Vieux *et al.* demonstrated that when the 15 French recommendations were met, a 20-meal sequence

⁶ <https://www.education.gouv.fr/la-restauration-scolaire-6254>

⁷ <https://www.economie.gouv.fr/daj/recommandation-nutrition>

covered, on average, 36% of energy daily needs and 50% of essential nutrient needs for primary school children (Vieux *et al.*, 2018). A simulation based on a sample of 40 series of 20 meals showed that nutritional quality increased with the number of respected recommendations. When the recommendations were not followed, a risk of deterioration in the nutritional quality of meals emerged (Vieux *et al.*, 2018). This study highlighted that serving only vegetarian meals would decrease the nutritional quality of the meals served to children (Vieux *et al.*, 2018). However, this result may be partly due to the lack of variety in vegetarian dishes considered in this study (n=41 among the 800 dish options).

In 2018, a law for the “balance of trade relations in the agricultural and food sector and sustainable healthy food accessible to all” (EGalim) was adopted in France (Légifrance, 2018)⁸. This law contains measures related to school catering that aim at promoting sustainable school meals by increasing the proportion of organic products up to 20%, limiting the use of plastic, preventing food waste, strengthening transparency and diversifying protein sources of meals with one vegetarian meal per week, i.e. one meal without fish or meat (Ministry of Food and Agriculture, 2018)⁹. In 2021, the Climate and Resilience law amended the objectives of the EGalim law by encouraging more vegetarian meals up to a daily vegetarian option at primary school canteens (Ministry of Food and Agriculture, 2021)¹⁰. This context raises questions about the acceptability of vegetarian meals at school canteens in the French context, where meat has a central place in meal composition (Melendrez-Ruiz *et al.*, 2019). The general council for food, agriculture and rural areas (governmental organization) issued an evaluation report on the weekly vegetarian school meal in March 2021 highlighted reluctance toward this measure that was perceived by part of the population as an attack on French tradition and gastronomy, in which vegetables usually appear as a side dish (CGAAER, 2021). The view that “a meal without meat is not a real meal” also seems to be widely shared among school catering actors. It also raises the question of potential degradation of nutritional quality, as suggested by Vieux *et al.* (Vieux *et al.*, 2018), although nutrient profiling methods have shown that vegetarian and non-vegetarian main dishes offered in primary schools in France were generally of good nutritional quality (Poinsot *et al.*, 2020). In addition, a recent simulation study based on a database of 2316 school dishes demonstrated that the best trade-off for decreasing the environmental impacts of school meals without altering their nutritional quality was a frequency of 12 vegetarian meals over a total of 20 meals (Poinsot *et al.*, 2022).

⁸ <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000037547946/>

⁹ <https://agriculture.gouv.fr/egalim-tout-savoir-sur-la-loi-agriculture-et-alimentation>

¹⁰ <https://ma-cantine.beta.gouv.fr/blog/10/>

Reduction of meat consumption in school canteens is key to building more environmentally friendly food systems, but evidence based on the analysis of school meals from real life is still needed to convince catering actors, parents and children of the nutritional quality of vegetarian meals. The challenge is thus to demonstrate that a high level of nutritional quality could be maintained while limiting the negative impacts of meals on the environment and, in particular, global warming.

In the present study, we used validated indicators to compare the nutritional quality and environmental impact of all meals (66 vegetarian and 183 non-vegetarian) that were served in 2019 to children aged from 6 to 11 years old in primary schools in Dijon, France. We hypothesized that vegetarian and non-vegetarian meals would have similarly good nutritional quality, whereas the environmental impact would be significantly reduced for vegetarian meals compared to non-vegetarian meals. Moreover, we aimed at analyzing more closely the nutritional quality and environmental impact of school meals based on the type of protein dish.

2. Materials and methods

2.1 Data Collection and Database Information

This study focused on meals served in 2019 (January to December) to children in schools in Dijon, France (n=249). In this context, school meal delivery is organized by the municipality service. The central kitchen of Dijon produces and serves 4 000 meals every day to children aged 6 to 11 years (plus 4 000 for preschool aged children and municipality staff) distributed among the 38 primary school canteens (Ville de Dijon, 2022)¹¹. Meals were developed by a dietician and respected the GEMRCN frequencies. The central kitchen provided the list of the food items included in each dish analyzed in this study. An example of a meal series for one month is available in the supplemental material (**Table S1**).

Three databases were created from the collected information: the meal database, the dish database and the recipe database (data are available here: <https://osf.io/fk7cq/>). The meal database contained the 249 meals served in 2019 corresponding to five meals served per week (excluding weekend) during the school period and some school holidays. A meal was composed of five or four components, among a starter, protein dish, side dish (e.g., fries, starches, vegetables or legumes), dairy product, and dessert, with a 30- or 40-g portion of bread. Meals were split into two main categories: vegetarian (n=66, all components without meat or fish) and non-vegetarian (n=183).

¹¹ <http://www.dijon.fr/Dijon-au-quotidien/Enfance-petite-enfance/Cantine-Inscription>

The dish database contained 434 distinct dishes, including 65 starters, 129 protein dishes, 60 sides, 69 dairy products and 71 desserts. Each dish had a name and a code. All dishes were classified as vegetarian (without meat or fish) or non-vegetarian. A meal was classified as vegetarian if all of its components were vegetarian. Moreover, the meals were categorized based on the subcategory of the protein dishes. Five different subcategories were defined based on their level of GHGE (Masset *et al.*, 2014), from the most to the least emitting: beef, veal and lamb; pork and poultry; fish; eggs and/or cheese; and vegan (i.e. plant-based foods only). Each dish was composed of one of several food items (e.g., pork and curry sauce, eggs and mayonnaise). The 433 food items were included in the recipe database and identified by name and code. The portion size of each dish (in grams) was established by the central kitchen and closely related to the GEMRCN recommendations for primary school children (GEMRCN, 2015). All food items had an edible portion equal to 1 except for melon (0.7), banana (0.8), clementine (0.7), tangerine (0.7), orange (0.8) and chicken thigh (0.8). The nutritional composition of each food item was estimated using two French food nutrient composition reference tables: CIQUAL 2020 and CALNUT 2020 (ANSES, 2020)¹². The GHGE (in kilograms of CO₂ equivalent) of each food item was based on the AGRIBALYSE v3.0 table providing reference data on the environmental impacts of agricultural and food products obtained through life cycle analysis, comprising the following contributions to GHGE: agriculture, transport and packaging (ADEME, 2020)¹³. Interoperability between the CIQUAL and AGRIBALYSE databases (same food products with same coding system) makes it possible to record both nutritional and environmental footprint information. A dietician performed the pairing of each food item from the central kitchen with items from these two databases. The confidence level of pairing was defined by rules available in the supplemental material (**Table S2**). A total of 340 food items were paired at the highest confidence levels (1 or 2), representing approximately 79% of all recipes. For 224 food items, at least one nutrient was missing in the CIQUAL database, and imputed data from the CALNUT database were used.

2.2 Nutritional Quality and Environmental Footprint

Total weight, energy content, nutritional quality and environmental footprint indicators were calculated at the meal level. The environmental footprint was estimated by greenhouse gas emissions (GHGE, in kgCO₂eq), the best-known and most-used climate change indicator (Röös *et al.*, 2013; Ridoutt *et al.*, 2017). This indicator corresponds to the modification of climate affecting the global ecosystem. The calculation was based on the theoretical portion sizes of the food items supplied by

¹² <https://ciqual.anses.fr/>

¹³ <https://doc.agribalyse.fr/documentation-en/>

the central kitchen for children in primary school (6 to 11 years old). GHGE was calculated for each food item using Equation (1) and then summed at the dish level and at the meal level.

$$GHGE_{food\ item} (kgCO_2eq) = portion\ (g) \times \frac{GHGE_{Agribalyse} (kgCO_2eq/kg)}{1000\ (g)} \quad (1)$$

Similarly, the contents for 26 nutrients were calculated for each food item using Equation (2) and then summed at the dish level and at the meal level.

$$Nutrient\ content_{food\ item} = portion\ (g) \times edible\ portion \times \frac{nutrient\ content\ CIQUAL\ (g/100g)}{100\ (g)} \quad (2)$$

To estimate the overall nutritional quality of the meal, we used the mean adequacy ratio (MAR) which estimates the average content of several nutrients expressed as a percentage of recommended intakes (Vieux *et al.*, 2018). In the present study, MAR was calculated by taking into account 23 nutrients (proteins, fibers, vitamins B1, B2 B3, B6, B9, B12, C, D, E, A, calcium, potassium, iron, magnesium, zinc, copper iodine, selenium, linoleic acid, alpha-linolenic acid, docosahexaenoic acid), expressed as the percentage of adequacy for 2000 kcal of a meal, as indicated in Equation (3) (Vieux *et al.*, 2018). MAR/2000 kcal represents the nutritional quality if a meal was scaled-up to provide the daily energy requirement of 2000 kcal. The recommended daily intakes (RDI) for the 23 nutrients are available in the supplementary material (**Table S3**) and were obtained by weighting the recommended dietary allowance in France for sex and age range (Martin, 2001) based on the age and sex representativeness in children aged 4–13 years attending primary school following the method proposed by Vieux *et al.*, 2018.

$$MAR/2000\ kcal = \frac{1}{23} \times \sum_{n=1}^{23} \frac{\frac{content_n}{nrj} \times 2000}{RDI_n} \times 100 \quad (3)$$

The MAR/2000 kcal is reported on a scale from 0 to 100%, where 100% indicates that the daily requirements for all the nutrients were met. Each ratio was truncated to 1 so that a large quantity of one nutrient could not compensate for a small quantity of another, hence nutrient coverage beyond children's daily needs was not considered.

We also calculated the mean excess ratio (MER) which estimates the excess compared to the daily maximum recommended values (MRV) of three nutrients that should be limited: saturated fatty acids (SFA), salt and total sugars. MER was expressed as the percentage of excess compared to the MRV for 2000 kcal of a meal, as indicated in Equation (4) (Vieux *et al.*, 2013). The MRV are available in the supplementary material (**Table S3**) and were based on French recommendations for children aged 4-12 years (ANSES, 2012, 2019a, 2021b).

$$MER/2000 \text{ kcal} = \left[\frac{1}{3} \times \left(\sum_{n=1}^3 \frac{\frac{content_n}{nrj} \times 2000}{MRV_n} \times 100 \right) \right] - 100 \quad (3)$$

The MER/2000 kcal is reported in percentage of excess, where 0% indicates that none of the three nutrient limits were reached. Each ratio was limited to 1, so that a small quantity of one nutrient could not compensate for a large quantity of another.

2.3 Statistical Analyses

Statistical analyses were conducted after computation of the data at the meal level, as explained above. Correlations between total weight of meals, energy content, GHGE, MAR/2000 kcal and MER/2000 kcal were computed with Pearson correlation coefficients. To compare vegetarian meals and non-vegetarian meals, two-sample Student's t tests were performed on weight, energy, GHGE, MAR/2000 kcal, MER/2000 kcal and contents in 26 nutrients per 2000 kcal of a meal. For each nutrient and each type of meal, we also compared the percentage of RDI or MRV for 2000 kcal of meal to the target value (100%) using a one-sample Student's t test. Then, we performed ANOVA models to compare outcome variables (weight, energy, GHGE, MAR/2000 kcal, MER/2000 kcal and the nutrient contents) between the five subcategories of meals based on their protein dish (beef, veal and lamb; pork and poultry; fish; eggs and/or cheese; and vegan) and pairwise post hoc comparisons were performed.

Statistical analyses were performed with SAS software version 9.4. The level of significance was set to 0.05 for all of the analyses and Bonferroni correction was used to control for multiple testing across the 26 nutrients (i.e., $0.05/26 = 0.002$).

3. Results

3.1 Description of school meal nutritional quality and environmental impact

Data from 249 meals were considered for the present analysis. The average weight of a meal was 464 g (SD 64), and the average energy content was 659 kcal (SD 125) representing 33% of the recommended daily energy intake for children aged 6 to 11 years old (i.e., 2000 kcal). The average greenhouse gas emissions (GHGE) of a meal was 1.8 kgCO₂eq (SD 1.0). The average MAR/2000 kcal was 88.3% (SD 4.9), indicating that on average 88% of the RDI for the 23 nutrients would be covered by 2000 kcal of a school meal. The average MER/2000 kcal was 19.1% (SD 17.7) indicating that on average the MRV for three nutrients (SFA, salt and total sugars) would be exceeded by 19% with 2000 kcal of a school meal.

Pearson's correlations showed a positive association between weight and energy content and a negative association between weight and MER/2000 kcal highlighting that the content in nutrients to limit was lower in school meals of higher weight. There was also a negative association between energy content and MAR/2000 kcal indicating that school meals of better nutritional quality were also those of lower energy content. No association was found between GHGE and weight, energy content nor nutritional quality of the meals (**Table 1**).

Table 1. Pearson's correlation coefficients between weight, energy content, GHGE, MAR/2000 kcal and MER/2000 kcal of the Dijon school meals in 2019 (n=249)

		GHGE	Energy content	MAR/2000 kcal	MER/2000 kcal
Weight	r	-0.06	0.27	0.01	-0.174
	p	0.307	<0.001	0.86	0.006
GHGE	r		0.01	-0.001	0.004
	p		0.808	0.993	0.955
Energy content	r			-0.399	-0.053
	p			<0.001	0.411
MAR/2000 kcal	r				0.249
	p				<0.001

3.2 Comparisons between non-vegetarian and vegetarian meals

Among the 249 meals served in 2019 in Dijon school canteens, 183 were non-vegetarian (73.5%), and 66 were vegetarian (26.5%), which is greater than the recommended frequency of one per week (i.e., 20%) established by the EGalim law. The nutritional quality and environmental impact of all meals ($n = 249$), non-vegetarian ($n = 183$) and vegetarian meals ($n = 66$) are shown in **Table 2**. Non-vegetarian and vegetarian meals had similar weights and energy contents. GHGE was significantly twofold reduced for vegetarian meals compared to non-vegetarian meals. On average, a vegetarian meal emitted 0.9 kgCO₂eq (SD 0.3), whereas a non-vegetarian meal emitted 2.1 kgCO₂eq (SD 1.0). MAR/2000 kcal for non-vegetarian and vegetarian meals was not significantly different, likewise for MER/2000 kcal.

Nineteen of 23 nutrients were found in non-limiting quantities (i.e., average content $\geq 100\%$ RDI) in both vegetarian and non-vegetarian meals: proteins, fibers, vitamins B1, B2, B3, B6, B9, B12, E, A, potassium, iron, magnesium, zinc, copper, iodine, selenium, linoleic acid (LA) and docosahexaenoic acid (DHA) (**Table 2**). In contrast, the coverage of nutritional needs was insufficient (i.e., average content $< 100\%$) for two nutrients in both types of meals: calcium and alpha-linolenic acid (ALA). Vitamin C and D were found in deficit specifically in vegetarian meals. Regarding nutrients to limit, the content was above the MRV and not statistically different in vegetarian and non-vegetarian meals for SFA (117.3% of MRV) and salt (114.2% of MRV). Values for total sugars was below the maximum limit and significantly different in vegetarian (93.5% SD 29.0) and non-vegetarian meals (81.2% SD 29.4).

Table 2. Nutritional quality and environmental impact of all meals (n = 249), non-vegetarian (n = 183) and vegetarian meals (n = 66) served in the Dijon school canteens in 2019

		Mean (SD)			
	RDI ¹ or MRV ²	All meals (n=249)	Non-vegetarian meals (n=183)	Vegetarian meals (n=66)	p ³
Weight (g)		464.0 (64)	463.2 (63.8)	466.3 (65.0)	0.734
Energy (kcal)	2000 kcal	33.0 (6.2)	33.0 (6.3)	33.0 (5.9)	0.950
GHGE (kgCO ₂ eq)		1.8 (1.0)	2.1 (1.0)	0.9 (0.3)	<0.001
MAR/2000 kcal (%)		88.3 (4.9)	88.5 (4.5)	87.5 (5.8)	0.152
MER/2000 kcal (%)		19.1 (17.7)	19.1 (18.6)	19.3 (15.0)	0.921
Proteins (%RDI)	25 g	373.6 (107.3)	400.1 (105.2)	300.1 (74.2)	<0.001
Fibres (%RDI)	13 g	215.0 (77.7)	199.1 (67.5)	259.1 (87.0)	<0.001
Vitamin B1 (%RDI)	0.8 mg	132.5 (75.7)	137.3 (83.9)	118.9 (43.1)	0.090
Vitamin B2 (%RDI)	1.2 mg	105.8 (43.9)	106.8 (40.1)	102.9 (53.2)	0.544
Vitamin B3 (%RDI)	9 mg	180.7 (98.2)	206.2 (95.3)	109.7 (66.6)	<0.001
Vitamin B6 (%RDI)	1 mg	174.3 (69.9)	182.1 (70.9)	152.4 (62.8)	0.002
Vitamin B9 (%RDI)	201 µg	181.6 (95.4)	160.4 (64.8)	240.4 (134.9)	<0.001
Vitamin B12 (%RDI)	1.4 µg	325.2 (312.0)	387.8 (339.6)	151.5 (82.8)	<0.001
Vitamin C (%RDI)	89 mg	80.7 (63.9)	85.2 (68.0)	68.2 (49.3)	0.065
Vitamin D (%RDI)	5 µg	87.5 (75.0)	92.3 (82.6)	74.0 (45.5)	0.089
Vitamin E (%RDI)	9.1 mg	141.1 (58.7)	133.0 (56.2)	163.6 (59.8)	<0.001
Vitamin A ⁴ (%RDI)	501 µg	286.5 (313.1)	291.5 (312.0)	272.4 (318.1)	0.676
Calcium (%RDI)	924 mg	81.2 (27.1)	78.4 (26.6)	89.1 (27.3)	0.007
Potassium (%RDI)	2892 mg	100.3 (25.3)	103.4 (25.9)	91.6 (21.5)	<0.001
Iron (%RDI)	8.2 mg	122.0 (49.1)	119.5 (51.5)	129.1 (41.4)	0.174
Magnesium (%RDI)	203 mg	139.7 (42.1)	136.6 (42.1)	148.2 (41.1)	0.054
Zinc (%RDI)	9.2 mg	116.7 (58.5)	125.3 (64.9)	92.7 (21.9)	<0.001
Copper (%RDI)	1.2 mg	181.8 (70.4)	176.7 (78.6)	196.0 (36.4)	0.056
Iodine (%RDI)	120 µg	206.5 (96.1)	213.5 (104.3)	187.2 (65.1)	0.057
Selenium (%RDI)	39 µg	577.0 (187.4)	583.3 (193.1)	559.5 (170.8)	0.352
LA ⁵ (%RDI)	8.9 g	104.2 (44.3)	97.8 (44.0)	121.9 (40.3)	<0.001
ALA ⁶ (%RDI)	2.2 g	59.3 (47.7)	62.8 (54.2)	49.8 (18.1)	0.059
DHA ⁷ (%RDI)	152 mg	138.6 (169.9)	156.7 (194.1)	88.6 (34.8)	0.005
SFA ⁸ (%MRV)	26 g	117.3 (48.6)	119.1 (49.9)	112.3 (44.6)	0.306
Salt (%MRV)	6.5 g	114.2 (38.8)	113.1 (40.4)	117.1 (34.0)	0.445
Total sugars ⁹ (%MRV)	67.5 g	84.5 (29.7)	81.2 (29.4)	93.5 (29.0)	0.004

¹Recommended daily intake for children aged 4–13 years attending primary school in France (Martin, 2001).

²Maximum recommended value for children aged 4-12 years (ANSES, 2012, 2019a, 2021b). ³Mean comparison of vegetarian and non-vegetarian meals (two-sample Student's t test, significance: $p < 0.05$ for meal indicators, $p < 0.002$ for nutrients). ⁴Vitamin A = retinol + beta-carotene/6. ⁵Linoleic acid. ⁶Alpha-linolenic acid. ⁷Docosahexaenoic acid. ⁸Saturated fatty acids. ⁹Total sugars = fructose + glucose + maltose + saccharose. In bold: % RDI of nutrients lower than 100%, or % MRV of nutrients higher than 100% (one-sample student T test, significance: $p < 0.002$)

3.3 Comparisons of the meals from the five protein dish subcategories

The nutritional quality and environmental impact across the five meal subcategories based on protein dish: beef, veal, lamb ($n = 56$); pork and poultry ($n = 68$); fish ($n = 55$); eggs and/or cheese ($n = 40$); and vegan ($n = 30$) are shown in **Table 3**. Meals had the same energy content across all subcategories ($F(4,244) = 1.01$, $p = 0.404$) despite different weights ($F(4,244) = 4.40$, $p = 0.002$). Meals with vegan or fish-based main dishes had a significantly higher weight than meals with beef, veal or lamb dishes. A significant effect of the meal subcategory on GHGE ($F(4,244) = 261.64$, $p < 0.001$), MAR/2000 kcal ($F(4,244) = 3.81$, $p = 0.005$) and MER/2000 kcal ($F(4,244) = 5.92$, $p < 0.001$) was noted. GHGE differed between all five subcategories: meals with beef-, veal- or lamb-based dishes emitted the most GHGE followed by meals with fish-based dishes, meals with pork- or poultry-based dishes, and finally vegan dishes, with an approximately 5-fold reduction compared to ruminant meat-based meals. MAR/2000 kcal was significantly lower for meals with vegan dishes compared to meals with eggs and/or cheese or fish dishes, but the difference was small (4% difference between meals with vegan dishes compared to meals with eggs and/or cheese). However, MER/2000 kcal was significantly lower for meals with vegan dishes compared to fish-based meals and meals with eggs and/or cheese dishes. Only meals with vegan dishes had SFA contents below the MRV (80.5% (SD 33.0)). Each subcategory of meals had some nutrients below the RDI or above the MRV. Nutrients in deficit (significantly below RDI) and nutrients in excess (significantly above MRV) in the five meal subcategories are presented in **Figure 1**.

Comparative analyses between non-vegetarian and vegetarian meals as well as the five meal subcategories based on protein dish were replicated using MAR, MER and nutritional values per meal (instead of per 2000 kcal), to present the net intake per meal. These tables are available in supplementary material: **Table S4** and **Table S5**.

Table 3. Nutritional quality and environmental impact across the five meal subcategories based on protein dish: beef, veal, lamb (n = 56); pork and poultry (n = 68); fish (n = 55); eggs and/or cheese (n = 40); vegan (n = 30) served in the Dijon school canteens in 2019

		Mean (SD)					
	RDI ¹ or MRV ²	Beef. Veal. Lamb (n = 56)	Pork. Poultry (n = 68)	Fish (n = 55)	Eggs and/or cheese (n = 40)	Vegan (n = 30)	p ³
Weight (g)		439.5 (66.4) ^b	472.2 (63.9) ^{ab}	479.5 (54.2) ^a	450.1 (60.4) ^{ab}	481.5 (67.0) ^a	0.002
Energy (kcal)		32.4 (6.3) ^a	34.2 (6.5) ^a	32.4 (6.1) ^a	32.6 (6.9) ^a	32.6 (4.4) ^a	0.404
GHGE (kgCO ₂ eq)		3.4 (0.8) ^a	1.3 (0.4) ^c	1.8 (0.4) ^b	1.0 (0.3) ^d	0.7 (0.2) ^e	<0.001
MAR/2000 kcal (%)		87.6 (3.2) ^{ab}	88.4 (4.4) ^{ab}	89.2 (5.3) ^a	89.6 (6.8) ^a	85.6 (3.8) ^b	0.005
MER/2000 kcal (%)		15.6 (14.8) ^{bc}	19.2 (19.8) ^{abc}	20.9 (19.2) ^{ab}	28.4 (15.0) ^a	9.9 (11.1) ^c	<0.001
Proteins (%RDI)	25 g	386.9 (85.2) ^a	408.7 (110.6) ^a	405.8 (118.7) ^a	335.8 (75.6) ^{ab}	260.7 (47.3) ^b	<0.001
Fibres (%RDI)	13 g	204.8 (66.3) ^b	197.0 (73.3) ^b	196.2 (64.2) ^b	230.7 (91.5) ^b	288.5 (66.2) ^a	<0.001
Vitamin B1 (%RDI)	0.8 mg	121.6 (65.4) ^a	164.8 (111.9) ^a	118.8 (46.5) ^a	120.8 (50.2) ^a	120.1 (33.2) ^a	0.001
Vitamin B2 (%RDI)	1.2 mg	111.5 (40.3) ^{ab}	104.8 (40.3) ^{ab}	98.6 (33.6) ^{bc}	135.0 (55.5) ^a	71.5 (29.4)^c	<0.001
Vitamin B3 (%RDI)	9 mg	188.6 (46.7) ^b	270.5 (106.9) ^a	149.8 (71.1) ^b	132.3 (74.4) ^{bc}	83.1 (34.0) ^c	<0.001
Vitamin B6 (%RDI)	1 mg	195.5 (58.5) ^a	197.1 (78.6) ^a	151.2 (65.3) ^a	152.4 (49.4) ^a	154.0 (75.2) ^a	<0.001
Vitamin B9 (%RDI)	201 µg	154.5 (53.4) ^{bc}	152.3 (71.2) ^c	168.8 (61.4) ^{bc}	256.3 (151.3) ^a	222.9 (98.8) ^{ab}	<0.001
Vitamin B12 (%RDI)	1.4 µg	418.7 (182.9) ^b	160.9 (56.1) ^c	635.5 (470.3) ^a	215.3 (72.9) ^c	100.7 (105.7) ^c	<0.001
Vitamin C (%RDI)	89 mg	90.1 (69.1) ^a	78.6 (59.0)^a	82.6 (74.1) ^a	80.8 (56.9) ^a	64.1 (52.4)^a	0.502
Vitamin D (%RDI)	5 µg	51.4 (35.0)^b	74.9 (45.0)^b	152.4 (113.9) ^a	94.4 (50.9) ^b	55.0 (36.5)^b	<0.001
Vitamin E (%RDI)	9.1 mg	125.8 (52.8) ^a	125.5 (54.0) ^a	148.9 (58.4) ^a	169.7 (65.3) ^a	152.6 (54.1) ^a	<0.001
Vitamin A ⁴ (%RDI)	501 µg	291.1 (316.0) ^a	289.8 (321.8) ^a	283.5 (291.6) ^a	339.5 (391.6) ^a	204.9 (185.4) ^a	0.527
Calcium (%RDI)	924 mg	74.9 (26.4)^b	72.6 (22.3)^b	86.1 (26.4)^{ab}	102.7 (28.6) ^a	75.0 (21.6)^b	<0.001
Potassium (%RDI)	2892 mg	102.6 (23.8) ^a	103.6 (24.9) ^a	104.7 (29.8) ^a	85.8 (20.5)^a	99.3 (19.8) ^a	0.002
Iron (%RDI)	8.2 mg	147.7 (66.4) ^a	105.7 (31.2) ^b	102.2 (37.3) ^b	134.0 (48.5) ^{ab}	131.2 (36.4) ^{ab}	<0.001
Magnesium (%RDI)	203 mg	122.8 (30.4) ^b	134.7 (38.1) ^{ab}	152.2 (50.8) ^{ab}	140.5 (46.3) ^{ab}	158.3 (32.8) ^a	<0.001
Zinc (%RDI)	9.2 mg	188.5 (75.1) ^a	108.8 (35.2) ^b	82.3 (22.6)^b	100.8 (24.7) ^b	84.5 (14.8)^b	<0.001
Copper (%RDI)	1.2 mg	170.8 (35.7) ^a	167.0 (35.6) ^a	192.7 (132.0) ^a	182.5 (34.7) ^a	215.0 (28.5) ^a	0.014
Iodine (%RDI)	120 µg	159.8 (56.9) ^b	171.8 (50.2) ^b	315.3 (119.2) ^a	186.5 (76.0) ^b	199.7 (51.7) ^b	<0.001
Selenium (%RDI)	39 µg	495.1 (165.6) ^c	543.9 (157.1) ^{bc}	724.7 (187.7) ^a	475.1 (130.6) ^c	669.9 (150.3) ^{ab}	<0.001
LA ⁵ (%RDI)	8.9 g	95.6 (51.7) ^b	109.8 (37.5) ^{ab}	84.9 (38.8) ^b	112.9 (31.6) ^{ab}	131.6 (49.8) ^a	<0.001
ALA ⁶ (%RDI)	2.2 g	50.9 (40.8)^a	69.1 (59.7)^a	68.6 (59.2)^a	45.7 (19.3)^a	54.1 (15.0)^a	0.034
DHA ⁷ (%RDI)	152 mg	87.0 (177.7) ^b	83.8 (32.9)^b	318.4 (234.3) ^a	98.5 (46.2) ^b	83.3 (23.8)^b	<0.001
SFA ⁸ (%MRV)	26 g	121.5 (47.5)^a	113.1 (47.3)^{ab}	120.8 (53.9)^a	141.7 (37.5)^a	80.5 (33.0) ^b	<0.001
Salt (%MRV)	6.5 g	100.9 (32.5) ^a	114.7 (48.0)^a	121.7 (34.3)^a	127.1 (30.1)^a	106.7 (37.5) ^a	0.006
Total sugars ⁹ (%MRV)	67.5 g	83.0 (29.0) ^a	85.7 (30.4) ^a	74.9 (27.7) ^a	92.1 (33.9) ^a	91.9 (23.2) ^a	0.032

¹Recommended daily intake for children aged 4–13 years attending primary school in France (Martin, 2001). ²Maximum recommended value for children aged 4–12 years (ANSES, 2012, 2019a, 2021b). ³Type III fixed effects tests of the protein dish subcategory effect in ANOVA models with weight, GHGE, MAR/2000 kcal, MER/2000 kcal, energy content and nutrient content as dependent variables. The same letters indicate no significant difference between subcategories (post hoc pairwise comparisons, significance: $p < 0.05$ for meal indicators, $p < 0.002$ for nutrients). ⁴Vitamin A = retinol + beta-carotene/6. ⁵Linoleic acid. ⁶Alpha-linolenic acid. ⁷Docosahexaenoic acid. ⁸Saturated fatty acids. ⁹Total sugars = fructose + glucose + maltose + saccharose. In bold: % RDI of nutrients lower than 100%, or % MRV higher than 100% (one-sample student T test, significance: $p < 0.002$)

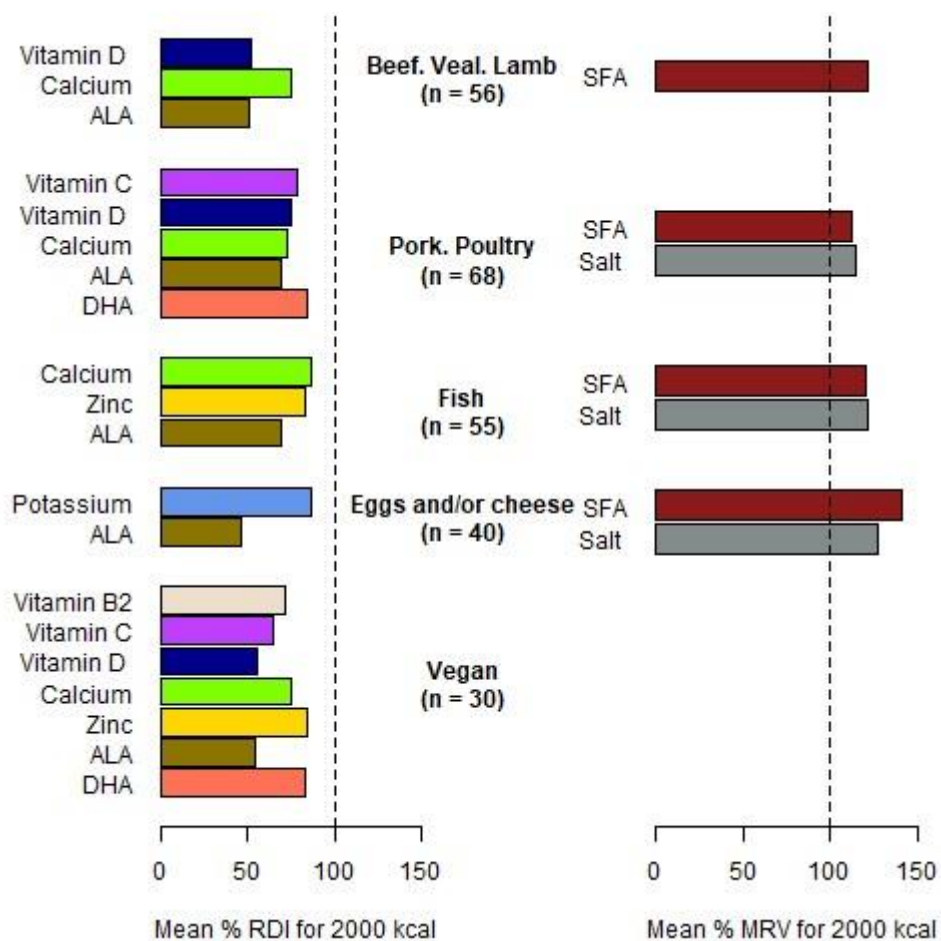


Figure 1. Nutrients in deficit and nutrients in excess in five meal subcategories based on protein dish served in Dijon primary school canteens in 2019

Legend:

Nutrients in deficit are significantly below RDI, $p < 0.002$

Nutrients in excess are significantly above MRV, $p < 0.002$

RDI: recommended daily intake

MRV: maximum recommended value

4. Discussion

The goal of the present study was to compare the nutritional quality and environmental impact of vegetarian and non-vegetarian meals served in Dijon primary school canteens in 2019. Based on the national regulation that encourages a weekly vegetarian meal in school canteens, the school catering department of Dijon exceeded the recommendation in 2019 with greater than one-quarter of all meals being vegetarian meals. The average greenhouse gas emissions of a meal (1.8 kgCO₂eq) were consistent with results found in previous studies: 1.7 kgCO₂eq (Cerutti *et al.*, 2018), 1.0 kgCO₂eq (De Laurentiis, 2017), and 1.4 kgCO₂eq (Flament, 2017). The GHGE of non-vegetarian meals was on average greater than twofold higher than the GHGE of vegetarian meals. Meals with beef, veal or lamb dishes had the highest levels of GHGE followed by meals with fish dishes, meals with pork or poultry dishes, meals with eggs and/or cheese and finally vegan meals. MAR/2000 kcal and MER/2000 kcal of non-vegetarian and vegetarian meals were not significantly different, indicating similar adequacy with recommended daily intakes in 23 nutrients to favor and with maximum recommended values in three nutrients to limit. However, MAR/2000 kcal and MER/2000 kcal were significantly lower for meals with vegan dishes compared to meals with fish dishes or eggs and/or cheese dishes indicating that meals with vegan dishes had more deficits in beneficial nutrients but also less excess in harmful nutrients. For all subcategories of meals, the protein content was high, as 2000 kcal of a meal could cover between 260.7% and 408.7% of the RDI. This finding highlights rooms for reduction of protein dish size, which would also lower GHGE. Based on the French RDI, we highlighted that nutrient deficits are generally specific to each subcategory of dishes, except for ALA content which was below the RDI for all categories of meals and calcium content which was also below the RDI for all categories of meals but eggs and/or cheese subcategory.

On average, a meal provided 659 (SD 124) kcal. This result is similar to values found in previous studies investigating the nutritional quality of school meals in France: 712 kcal (Vieux *et al.*, 2016, 2018) and 590 kcal (ANSES, 2017). Our results confirmed the nutritional adequacy of the primary school meals served for one year in one French city; such adequacy was previously reported based on meal composition simulations (Vieux *et al.*, 2016, 2018; Poinot *et al.*, 2020). We thus demonstrated that the willingness of French policy-makers to provide nutritionally adequate meals in school canteens (Ministry of Food and Agriculture, 2018; Ministry of education, youth and sport, 2020) translated into concrete results in the school.

Our data provide specific insight into how the nutritional needs of children are covered in a given school canteen organization. Based on the consumption of 7- to 10-year-old children from the French INCA3 study, some nutrients (fibers, LA, ALA, DHA, iron, vitamin D and vitamin E) have been identified as not reaching the recommendations defined by EFSA (ANSES, 2021a). Based on our results,

ALA RDI were also insufficiently covered in most meals and thus dietitians may be specifically encouraged to include ALA-rich foods when developing school menus. This could be achieved without relying on supplementation, for example by including more seeds and oils with high level of omega-3. A focus on salt and SFA contents reduction would be needed as they exceeded the recommended limit in most meals. Only meals with vegan dishes did not exceed the recommendation for salt and SFA and in this respect they may be served more frequently. However, this may call for a reformulation of vegan dishes to increase their beneficial nutrient densities. Overall, differences in nutrients content across the five meal subcategories were small and they provided a variety of specific nutrients, leading to high MAR/2000 kcal values (from 85.6% to 89.6%) but for different reasons. Moreover, the five meal subcategories provided different nutrients for which coverage was higher than the RDI that could compensate for deficit in other type of meals, e.g., fish-based meals were particularly rich in vitamin D (152.4% RDI (SD 113.9)) and DHA (318.4% RDI SD (234.3)). Fish-based meals could then be encouraged to promote vitamin D and DHA intake, while ensuring fish products come from sustainable fisheries. Aquaculture generally generates less GHGE than animal farming (MacLeod et al., 2020) but it requires substantial energy resources and generates water pollution (Subasinghe and FAO, 2017). These findings highlight the complementarity of meal subcategories in reaching overall nutritional adequacy.

Some nutrients were found in low quantities in school meals compared to the nutritional intake recommendations for children, but others excessively covered dietary needs. In particular, the protein content was high for vegetarian meals (300.1% of daily recommended intake for 2000 kcal), even for meals with vegan-dishes based meals (260.7%); not to mention the skyrocketing rate in non-vegetarian meals (400.1%). Thus, based on our data, most school lunches cover daily protein needs in excess (>100%).

No associations were found between GHGE and the weight or energy content of the meals. This result differs from those of a study examining the relationship between the environmental impact and nutrient content of sandwiches and drinks sold in a university canteen (UK), showing that the environmental impact score was positively associated with portion sizes and calories (Graham *et al.*, 2019). This difference may be explained by the fact that the school meal system established in France (e.g., four or five components per meal with guidelines regarding frequencies of food groups and portion sizes) strongly determines weight and energy content, thus limiting their variability but not that of GHGE.

Nor the correlation between GHGE and MAR/2000 kcal, neither between GHGE and MER/2000 kcal were significant. We showed that non-vegetarian meals emitted more GHGE than vegetarian meals and that the nutritional quality of non-vegetarian and vegetarian meals was similar, which may

partly explain the lack of association between GHGE and indicators of nutritional quality. In a context where reducing GHGE from the food system is necessary and urgent to meet the Paris Agreement's goal of limiting the increase in global temperature to 1.5° or 2 °C (Clark *et al.*, 2019), we highlighted that lowering GHGE of school meals can be done without damaging consequences on children's health. Consistent with this idea, the results of a recent study showed that the best trade-off would be a series of 20 meals with 12 vegetarian, 4 fish-based and 4 pork- or poultry-based meals (Poinsot *et al.*, 2022). Beyond school meals, recent evidence suggested that there are no specific nutritional risk in vegetarian children (Alexy *et al.*, 2021) and no clinically meaningful differences in growth or biochemical measures in vegetarian children (Elliott *et al.*, 2022).

Strengths and limitations

The present study has several limitations. First, we used nutritional and environmental indicators from CIQUAL, CALNUT and AGRIBALYSE databases that include values on average food items. We evaluated meal environmental impact based on GHGE but we did not use other indicators such as for instance eutrophication, acidification, toxicity, biodiversity which may encompass other important impacts on our planet. Moreover, one must note that the AGRIBALYSE database did not provide a distinction between organic and conventional food items, although their impacts may differ. For nutritional evaluation, we did not consider actual food items composition but average food items composition from the French reference databases. Thus, the nutritional indicators were not based on actual nutrient content. Nutrient content may vary especially for salt and fat depending on culinary practices. As the dietician from the central kitchen reported trying to limit the salt and fat content of the meals, the MER may have been overestimated for some recipes. The confidence levels for pairing with average food items were mostly high. For 92 items out of 433 with the lowest confidence levels, it would have been interesting to retrieve actual food items composition to estimate nutrient content more precisely.

The bioavailability of nutrients was not considered in the nutritional evaluation. The bioavailability of iron and zinc has been showed to be lower when they come from plant-based products (Gibson, 2007). Bioavailability of iron (especially non-haem iron) and zinc is altered by the presence of phytates present in certain fiber-rich plants such as whole grains and pulses (WHO, 2004). However, bioavailability of zinc is moderately impacted even for low animal-to-plant ratio, whereas iron absorption is affected by an increase of plant products in the diet (Perignon *et al.*, 2018).

Another limitation is that we considered the food portions used by the central kitchen to estimate production needs (closely related to the GEMRCN recommendations) to calculate the

nutritional quality indicators. However, the portions established by the central kitchen were probably different from the portions actually served to children and different from the portions actually consumed by children. Therefore, it would be needed to evaluate the portions of each component consumed by the children to estimate the variability in coverage of individual nutritional needs. This could be achieved by using individual food intake measure methods used in previous studies in children (Bouhlal *et al.*, 2013; Diktas *et al.*, 2021). This would also make it possible to revise the size of the portions served as a protein dish, which may help limit food waste.

This study has several strengths. First, it was based on a unique database of meals (available online at <https://osf.io/fk7cq>) served in one primary school canteen system during a one-year period. For the first time, the nutritional quality and GHGE were conjointly estimated for actual meals within one system. Based on the availability of yearly data, further studies could examine the evolution of nutritional quality and GHGE over several periods or seasons throughout the year or over several years. More globally, in the context of a current initiative of the Dijon catering system toward more sustainable food systems, these data provide a baseline estimation to follow the evolution of Dijon school catering during the coming years. Moreover, integrating other indicators reflecting other dimensions of sustainable food systems (Ribal *et al.*, 2016) such as attendance at school canteens, food waste, meal cost and children's liking of meals, could provide a holistic view to go toward more sustainable school meals.

5. Conclusion

In this study, we assessed the nutritional quality and GHGE of meals served in 2019 in Dijon primary school canteens. We showed that all meals were of good nutritional quality, notably as 2000 kcal of a meal could cover on average 88% of the recommended daily needs for 23 nutrients. Vegetarian meals (i.e., without meat or fish) had on average twofold lower GHGE compared with non-vegetarian meals. Thus, increasing the frequency of vegetarian meals beyond the current regulation (one per week) seems to be a good strategy to meet the double challenge of maintaining good nutritional quality and reducing the carbon impact of school catering. The school catering system of Dijon, like other municipalities, could integrate more vegetarian meals at school canteens by increasing the frequency of dishes based on eggs, dairy products or vegan recipes. For future research work aimed at improving the sustainability of school catering, which would be nutritionally adequate for children and respectful of the environment, it will also be necessary to ensure that it takes into account children's habits and tastes at affordable costs for families and fair costs for farmers.

Conflict of Interest Statement

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Author Contributions

Conceptualization and methodology, J.D., L.M., S.N.; formal analysis, J.D.; resources, J-M.G.; data curation, J. D, L. M; writing—original draft preparation, J.D.; writing—review and editing, J.D., L.M., S.N.; supervision, L.M. and S.N.; funding acquisition, S.N. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding

This research was funded by a grant to S.N. (Danone International Prize on Alimentation 2018), a grant from the Dijon Municipality in the frame of the “Dijon Alimentation Durable 2030” initiative, which supported the PhD fellowship of J.D., and a grant of the Caisse des dépôts et consignations through the “Territoires d’innovation” funding scheme. Funders were not involved in the data analysis plan.

Abbreviations

ALA: alpha-linolenic acid

DHA: docosahexaenoic acid

GHGE: greenhouse gas emissions

MAR: mean adequacy ratio

MER: mean excess ratio

MRV: maximum recommended value

LA: linoleic acid

RDI: recommended daily intake

SFA: saturated fatty acids

SSP: sustainable school program

Acknowledgments

We thank the school catering team from Dijon municipality for providing meal data.

Data Availability Statement

The datasets analyzed for this study can be found online: <https://osf.io/fk7cq/>

Reference

- ADEME (2020) *AGRIBALYSE® documentation*. Available at: <https://doc.agribalyse.fr/documentation-en/> (Accessed: 23 February 2022).
- Alexy, U. *et al.* (2021) 'Nutrient Intake and Status of German Children and Adolescents Consuming Vegetarian, Vegan or Omnivore Diets: Results of the VeChi Youth Study', *Nutrients*, 13(5), p. 1707. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu13051707>.
- ANSES (2012) *Le sel, Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail*. Available at: <https://www.anses.fr/fr/content/le-sel> (Accessed: 1 September 2022).
- ANSES (2019a) 'Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'actualisation des repères alimentaires du PNNS pour les enfants de 4 à 17 ans'.
- ANSES (2019b) *Repères alimentaires pour les populations spécifiques*, p. 17.
- ANSES (2020) *CIQUAL French Food Composition Table*. Available at: <https://ciqual.anses.fr/> (Accessed: 23 February 2022).
- ANSES (2021a) *Consommations alimentaires et apports nutritionnels dans la restauration hors foyer en France*. Rapport d'appui scientifique et technique.
- ANSES (2021b) *Les lipides, Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail*. Available at: <https://www.anses.fr/fr/content/les-lipides> (Accessed: 1 September 2022).
- ANSES, A. (2017) 'Étude individuelle nationale des consommations alimentaires 3'.
- Antonia Demas, Dana Kindermann and David Pimentel (2010) 'School Meals: A Nutritional and Environmental Perspective', *Perspectives in Biology and Medicine*, 53(2), pp. 249–256. Available at: <https://doi.org/10.1353/pbm.0.0160>.
- Batlle-Bayer, L. *et al.* (2021) 'An explorative assessment of environmental and nutritional benefits of introducing low-carbon meals to Barcelona schools', *Science of The Total Environment*, 756, p. 143879. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143879>.
- Benvenuti, L. *et al.* (2016) 'An optimal plan for food consumption with minimal environmental impact: the case of school lunch menus', *Journal of Cleaner Production*, 129, pp. 704–713. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.051>.
- Bouhlal, S. *et al.* (2013) 'Salt Content Impacts Food Preferences and Intake among Children', *PLoS ONE*. Edited by N. Ravel, 8(1), p. e53971. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053971>.
- Cerutti, A.K. *et al.* (2016) 'Carbon footprint in green public procurement: Policy evaluation from a case study in the food sector', *Food Policy*, 58, pp. 82–93. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2015.12.001>.
- Cerutti, A.K. *et al.* (2018) 'Modelling, assessing, and ranking public procurement options for a climate-friendly catering service', *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 23(1), pp. 95–115. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11367-017-1306-y>.

- CGAAER (2021) *Évaluation de l'expérimentation du menu végétarien hebdomadaire en restauration collective scolaire*. CGAAER n° 20068.
- Clark, M.A. *et al.* (2019) 'Multiple health and environmental impacts of foods', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(46), pp. 23357–23362.
- Coleman, P.C. *et al.* (2021) 'Operationalising the EAT–Lancet Commissions' targets to achieve healthy and sustainable diets', *The Lancet Planetary Health*, 5(7), pp. e398–e399.
- De Laurentiis (2017) 'Contribution of school meals to climate change water use England_Energy procedia'.
- Diktas, H.E. *et al.* (2021) 'Promoting vegetable intake in preschool children: Independent and combined effects of portion size and flavor enhancement', *Appetite*, 164, p. 105250. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105250>.
- Elinder, L.S. *et al.* (2020) 'Successful Implementation of Climate-Friendly, Nutritious, and Acceptable School Meals in Practice: The OPTIMAT™ Intervention Study', *Sustainability*, 12(20), p. 8475. Available at: <https://doi.org/10.3390/su12208475>.
- Elliott, L. *et al.* (2022) 'Vegetarian Diet, Growth, and Nutrition in Early Childhood: A Longitudinal Cohort Study'. *Pediatrics*; 149(6):e2021052598.
- Fairchild, R. and Collins, A. (2011) 'Serving up Healthy and Sustainable School Meals? An Analysis of School Meal Provision in Cardiff (UK)', *Journal of Environmental Policy & Planning*, 13(3), pp. 209–229. Available at: <https://doi.org/10.1080/1523908X.2011.578402>.
- Flament, C. (2017) 'Méthode de quantification des émissions de gaz à effet de serre des menus de la restauration collective Rennaise & mise en place d'une évaluation des progrès réalisés, dans le cadre du Plan Alimentaire Durable Rennais'.
- GEMRCN (2015) *Recommandation nutrition*. Available at: <https://www.economie.gouv.fr/daj/recommandation-nutrition> (Accessed: 23 February 2022).
- Gibson, R.S. (2007) 'The role of diet-and host-related factors in nutrient bioavailability and thus in nutrient-based dietary requirement estimates', *Food and Nutrition Bulletin*, 28(1_suppl1), pp. S77–S100.
- Graham, F. *et al.* (2019) 'Exploring the Relationship between Environmental Impact and Nutrient Content of Sandwiches and Beverages Available in Cafés in a UK University', *Sustainability*, 11(11), p. 3190. Available at: <https://doi.org/10.3390/su11113190>.
- Hercberg, S., Chat-Yung, S. and Chauliac, M. (2008) 'The French National Nutrition and Health Program: 2001–2006–2010', *International Journal of Public Health*, 53(2), pp. 68–77. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00038-008-7016-2>.
- Kluczkowski, A. *et al.* (2022) 'An Environmental and Nutritional Evaluation of School Food Menus in Bahia, Brazil That Contribute to Local Public Policy to Promote Sustainability', *Nutrients*, 14(7), p. 1519. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu14071519>.

- Légifrance (2018) *LOI n° 2018-938 du 30 octobre 2018 pour l'équilibre des relations commerciales dans le secteur agricole et alimentaire et une alimentation saine, durable et accessible à tous (1)* - Légifrance. Available at: <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000037547946/> (Accessed: 23 February 2022).
- Martin, A. (2001) 'The "apports nutritionnels conseillés (ANC)" for the French population', *Reproduction Nutrition Development*, 41(2), pp. 119–128. Available at: <https://doi.org/10.1051/rnd:2001100>.
- Masset, G. et al. (2014) 'Identifying Sustainable Foods: The Relationship between Environmental Impact, Nutritional Quality, and Prices of Foods Representative of the French Diet', *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 114(6), pp. 862–869. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jand.2014.02.002>.
- Melendrez-Ruiz, J. et al. (2019) 'A central place for meat, but what about pulses? Studying French consumers' representations of main dish structure, using an indirect approach', *Food Research International*, 123, pp. 790–800. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.06.004>.
- Ministry of education, youth and sport (2020) *La restauration scolaire*. Available at: <https://www.education.gouv.fr/la-restauration-scolaire-6254> (Accessed: 23 February 2022).
- Ministry of Food and Agriculture (2018) 'Feuille de route 2018-2022 Politique de l'alimentation'. Available at: <https://agriculture.gouv.fr/egalim-tout-savoir-sur-la-loi-agriculture-et-alimentation>.
- Ministry of Food and Agriculture (2021) *Loi Climat et Résilience : quel impact sur les obligations EGAlim ? - ma-cantine.beta.gouv.fr*. Available at: <https://ma-cantine.beta.gouv.fr/blog/10/> (Accessed: 23 February 2022).
- Perignon, M. et al. (2018) 'The bioavailability of iron, zinc, protein and vitamin A is highly variable in French individual diets: Impact on nutrient inadequacy assessment and relation with the animal-to-plant ratio of diets', *Food Chemistry*, 238, pp. 73–81. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.070>.
- Poinsot, R. et al. (2020) 'Nutritional Quality of Vegetarian and Non-Vegetarian Dishes at School: Are Nutrient Profiling Systems Sufficiently Informative?', *Nutrients*, 12(8), p. 2256. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu12082256>.
- Poinsot, R. et al. (2022) 'Number of meal components, nutritional guidelines, vegetarian meals, avoiding ruminant meat: what is the best trade-off for improving school meal sustainability?', *European Journal of Nutrition* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00394-022-02868-1>.
- Poole, M.K., Musicus, A.A. and Kenney, E.L. (2020) 'Alignment Of US School Lunches With The EAT-Lancet Healthy Reference Diet's Standards For Planetary Health: Study examines how modifying US school lunch nutrition standards could be a strategy to reduce climate change while promoting health.', *Health Affairs*, 39(12), pp. 2144–2152. Available at: <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2020.01102>.
- Ribal, J. et al. (2016) 'Designing healthy, climate friendly and affordable school lunches', *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(5), pp. 631–645. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0905-8>.

- Ridoutt, B.G., Hendrie, G.A. and Noakes, M. (2017) 'Dietary Strategies to Reduce Environmental Impact: A Critical Review of the Evidence Base', *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 8(6), pp. 933–946. Available at: <https://doi.org/10.3945/an.117.016691>.
- Röös, E. *et al.* (2013) 'Can carbon footprint serve as an indicator of the environmental impact of meat production?', *Ecological Indicators*, 24, pp. 573–581. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.08.004>.
- Vieux, F. *et al.* (2013) 'High nutritional quality is not associated with low greenhouse gas emissions in self-selected diets of French adults', *The American Journal of Clinical Nutrition*, 97(3), pp. 569–583. Available at: <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.035105>.
- Vieux, F. *et al.* (2016) 'Qualité nutritionnelle des repas servis à l'école primaire', *Nutrients*, 10(2), p. 205. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu10020205>.
- Vieux, F. *et al.* (2018) 'Nutritional Quality of School Meals in France: Impact of Guidelines and the Role of Protein Dishes', *Nutrients*, 10(2), p. 205. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu10020205>.
- Ville de Dijon (2022) *La Cuisine centrale*. Available at: <http://www.dijon.fr/Dijon-au-quotidien/Enfance-petite-enfance/Cantine-Inscription> (Accessed: 23 February 2022).
- WHO (ed.) (2004) *Vitamin and mineral requirements in human nutrition*. 2nd ed. Geneva : Rome: World Health Organization ; FAO.
- Wickramasinghe, K.K. *et al.* (2016) 'Contribution of healthy and unhealthy primary school meals to greenhouse gas emissions in England: linking nutritional data and greenhouse gas emission data of diets', *European journal of clinical nutrition*, 70(10), pp. 1162–1167.
- Willett, W. *et al.* (2019) 'Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems', *The Lancet*, 393(10170), pp. 447–492.

Supplementary Material

Table S1. Examples of meals served in Dijon school canteens in March 2019 (FR)

Monday 4	Tuesday 5	Wednesday 6	Thursday 7	Friday 8
Gougères	Celeriac	Asparagus / mayonnaise	Lettuce	Tomatoes vinaigrette
Grilled ham	Fish	Soyballs with tomato sauce	Beef with gingerbread sauce	Chicken
Green beans	Mashed potatoes	Rice	Pasta	Cauliflower
Cheese	Vanilla custard	Cheese	Strawberry yogurt drink	Cheese
Apple	-	Banana	-	Donut
Monday 11	Tuesday 12	Wednesday 13	Thursday 14	Friday 15
Lettuce	Lettuce	Cheese pie	Shredded carrots	Fresh vegetable soup
Fish	Omelette	Lamb curry	Cheese croquette	Roasted pork with juice
Spinach	Ratatouille	Brocoli flan	Lentils	Fries
Cottage cheese	Cheese	Cheese	Fruit yogurt	Cheese
Orange	Basque cake	Peer	-	Pineapple
Monday 18	Tuesday 19	Wednesday 20	Thursday 21	Friday 22
Lettuce	Beetroot	Tomatoes vinaigrette	Radish salad	Tabbouleh
Cheese pastry with cream sauce	Roasted chicken	Veal	Sauerkraut	Fish
	Quinoa	Carrots	Sausage and ham	Mixed vegetables
Cottage cheese	Cheese	Cheese	Yogurt	Cheese
Apple purée	Clementine	Praline cake	Madeleine	Clementine
Monday 25	Tuesday 26	Wednesday 27	Thursday 28	Friday 29
Lettuce	Cucumber	Lettuce	Cabbage and carrots	Beetroot
Spaghetti and bolognese sauce	Fish	Chickpeaballs with tomato sauce	Beef	Poached eggs
	Mixed vegetables	Indian style cereals	Zucchini	Wheat
Vanilla yogurt	Cheese	Chocolate custard	Cottage cheese	Cheese
-	Flan	-	Waffle with strawberry jam	Fruit salad

Table S2. Confidence levels of pairing with CIQUAL/AGRIBALYSE food items

<i>Confidence level</i>	<i>Rules</i>	<i>n</i>
1	Exact same label Same food item but different label (e.g., brand name)	133
2	Similar label but differences on: preservation method (e.g., fresh/frozen), cooking method or packaging Similar label but ingredient or fragrance variation (e.g., strawberry/vanilla ice cream) More generic label (e.g., type of food item: blue cheese)	207
3	Similar label but ingredient missing or additional ingredient Similar label but raw vs. cooked difference More generic label (e.g., small food group: leaf vegetables) More than one level-2 rules	75
4	More generic label (large food group: vegetables)	17

Table S3. Nutrients used for MAR/2000 kcal (n=23) and MER/2000 kcal (n=3) calculation and corresponding recommended daily intakes (RDI) or maximum recommended values (MRV).

Nutrient	Unit	RDI ¹ or MRV ²
Energy	kcal	2000
Proteins	g	25
Fibers	g	13
Vitamin B1	mg	0.8
Vitamin B2	mg	1.2
Vitamin B3	mg	9
Vitamin B6	mg	1
Vitamin B9	µg	201
Vitamin B12	µg	1.4
Vit C	mg	89
Vit D	µg	5
Vit E	mg	9.1
Vit A ³	µg	501
Iode	µg	120
Calcium	mg	924
Potassium	mg	2892
Iron	mg	8.2
Magnesium	mg	203
Zinc	mg	9.2
Copper	mg	1.2
Iodine	µg	120
Selenium	µg	39
LA ⁴	g	8.9
ALA ⁵	g	2.2
DHA ⁶	mg	152
SFA ⁷	g	26
Salt	g	6.5
Total sugars ⁸	g	67.5

¹ Recommended daily intake for children aged 4–13 years attending primary school in France (Martin, 2001; Vieux *et al.*, 2016; EnScol *et al.*, 2020). ² Maximum recommended value for children aged 4-12 years (ANSES, 2012, 2019a, 2021b).

³Vitamin A = retinol + beta-carotene/6. ⁴Linoleic acid. ⁵Alpha-linolenic acid. ⁶Docosahexaenoic acid. ⁷Saturated fatty acids.

⁸Total sugars = fructose + glucose + maltose + saccharose

Table S4. MAR and nutrient content per meal for all meals (n=249), non-vegetarian (n = 183) and vegetarian (n = 66) meals served in the Dijon school canteens in 2019

		Mean (SD)			
	RDI ¹ or MRV ²	All meals (n=249)	Non-vegetarian meals (n=183)	Vegetarian meals (n=66)	p ³
MAR (%)		48.7 (6.4)	49.4 (6.4)	46.9 (5.8)	0.003
Proteins (g/meal)	25	30.1 (7.8)	32.2 (7.3)	24.5 (6.3)	<0.001
Fibres (g/meal)	13	9.0 (3.2)	8.3 (2.7)	10.9 (3.7)	<0.001
Vitamin B1 (mg/meal)	0.8	0.3 (0.2)	0.4 (0.2)	0.3 (0.1)	0.016
Vitamin B2 (mg/meal)	1.2	0.4 (0.1)	0.4 (0.1)	0.4 (0.2)	0.409
Vitamin B3 (mg/meal)	9	5.3 (3.0)	6.1 (2.9)	3.2 (2.0)	<0.001
Vitamin B6 (mg/meal)	1	0.6 (0.2)	0.6 (0.2)	0.5 (0.2)	0.001
Vitamin B9 (µg/meal)	201	117.5 (30.6)	104.0 (42.1)	155.0 (84.2)	<0.001
Vitamin B12 (µg/meal)	1.4	1.5 (1.5)	1.8 (1.6)	0.7 (0.4)	<0.001
Vitamin C (mg/meal)	89	22.5 (16.9)	23.7 (17.9)	19.3 (13.4)	0.036
Vitamin D (µg/meal)	5	1.4 (1.3)	1.5 (1.4)	1.2 (0.7)	0.015
Vitamin E (mg/meal)	9.1	4.2 (1.9)	4.0 (1.9)	4.9 (1.9)	0.001
Vitamin A ⁴ (µg/meal)	501	452.1 (473.4)	459.0 (461.0)	433.1 (509.6)	0.717
Calcium (mg/meal)	924	243.5 (82.2)	235.0 (80.3)	267.2 (83.4)	0.006
Potassium (mg/meal)	2892	938.7 (248.9)	970.4 (262.0)	851.1 (182.7)	<0.001
Iron (mg/meal)	8.2	3.2 (1.2)	3.2 (1.3)	3.4 (0.9)	0.107
Magnesium (mg/meal)	203	91.1 (24.7)	88.8 (23.0)	97.5 (28.3)	0.028
Zinc (mg/meal)	9.2	3.5 (1.7)	3.7 (1.9)	2.8 (0.6)	<0.001
Copper (mg/meal)	1.2	0.7 (0.2)	0.7 (0.3)	0.8 (0.1)	0.001
Iodine (µg/meal)	120	79.3 (33.1)	81.7 (35.6)	72.7 (24.2)	0.025
Selenium (µg/meal)	39	72.4 (21.8)	73.0 (21.9)	71.0 (21.8)	0.542
LA ⁵ (g/meal)	8.9	3.1 (1.6)	3.0 (1.6)	3.6 (1.5)	0.004
ALA ⁶ (g/meal)	2.2	0.4 (0.4)	0.5 (0.5)	0.4 (0.2)	0.006
DHA ⁷ (mg/meal)	152	67.0 (79.5)	75.4 (90.8)	43.6 (16.2)	<0.001
SFA ⁸ (g/meal)	26	10.1 (5.0)	10.3 (9.6)	9.6 (4.2)	0.317
Salt (g/meal)	6.5	2.4 (0.8)	2.4 (0.8)	2.5 (0.8)	0.325
Total sugars ⁹ (g/meal)	67.5	18.6 (6.8)	17.79	20.72	0.004

¹ Recommended daily intake for children aged 4–13 years attending primary school in France (Martin, 2001)

² Maximum recommended value for children aged 4-12 years (ANSES, 2012, 2019a, 2021b) ³ Mean comparison of vegetarian and non-vegetarian meals (two-sample Student's t test, significance: $p < 0.05$ for meal indicators, $p < 0.002$ for nutrients). ⁴Vitamin A = retinol + beta-carotene/6. ⁵Linoleic acid. ⁶Alpha-linolenic acid. ⁷Docosahexaenoic acid. ⁸Saturated fatty acids. ⁹Total sugars = fructose + glucose + maltose + saccharose

Table S5. MAR and nutrient content per meal for the five meal subcategories based on protein dish: beef, veal, lamb (n = 56); pork and poultry (n = 68); fish (n = 55); eggs and/or cheese (n = 40); vegan (n = 30), served in the Dijon school canteens in 2019

		Mean (SD)					
	RDI ¹ or MRV ²	Beef, Veal, Lamb (n = 56)	Pork, Poultry (n = 68)	Fish (n = 55)	Eggs and/or cheese (n = 40)	Vegan (n = 30)	p ³
MAR (%)		48.3 (5.9) ^{ab}	49.1 (6.8) ^a	50.9 (6.4) ^a	48.4 (6.2) ^{ab}	45.3 (4.7) ^b	0.003
Proteins (g/meal)	25	30.9 (7.0) ^{ab}	34.1 (8.0) ^a	31.7 (6.3) ^{ab}	26.9 (6.2) ^b	21.2 (4.6) ^c	<0.001
Fibers (g/meal)	13	8.3 (2.3) ^b	8.6 (3.1) ^b	8.1 (2.5) ^b	9.5 (3.6) ^b	12.2 (3.3) ^a	<0.001
Vitamin B1 (mg/meal)	0.8	0.3 (0.1) ^{ab}	0.4 (0.3) ^a	0.3 (0.1) ^b	0.3 (0.1) ^{ab}	0.3 (0.1) ^{ab}	<0.001
Vitamin B2 (mg/meal)	1.2	0.4 (0.1) ^{ab}	0.4 (0.2) ^{ab}	0.4 (0.1) ^{bc}	0.5 (0.2) ^a	0.3 (0.1) ^c	<0.001
Vitamin B3 (mg/meal)	9	5.4 (1.6) ^b	8.1 (2.9) ^a	4.4 (2.4) ^b	3.8 (2.3) ^{bc}	2.4 (0.9) ^c	<0.001
Vitamin B6 (mg/meal)	1	0.6 (0.2) ^{ab}	0.7 (0.3) ^a	0.5 (0.2) ^b	0.5 (0.1) ^b	0.5 (0.2) ^{ab}	<0.001
Vitamin B9 (µg/meal)	201	97.5 (28.7) ^c	104.6 (54.9) ^{bc}	106.8 (33.8) ^{bc}	160.3 (88.5) ^a	147.1 (73.6) ^{ab}	<0.001
Vitamin B12 (µg/meal)	1.4	1.9 (0.9) ^{ab}	0.8 (0.3) ^c	2.8 (2.4) ^a	0.9 (0.2) ^{bc}	0.5 (0.5) ^c	<0.001
Vitamin C (mg/meal)	89	25.1 (18.4) ^a	22.8 (16.4) ^a	22.3 (19.1) ^a	22.0 (13.8) ^a	18.1 (14.5) ^a	0.486
Vitamin D (µg/meal)	5	0.8 (0.6) ^b	1.2 (0.7) ^b	2.5 (2.0) ^a	1.4 (0.7) ^b	0.9 (0.6) ^b	<0.001
Vitamin E (mg/meal)	9.1	3.7 (1.7) ^a	3.9 (2.0) ^a	4.4 (1.8) ^a	5.0 (2.0) ^a	4.5 (1.9) ^a	0.016
Vitamin A ⁴ (µg/meal)	501	454.4 (451.7) ^a	469.5 (489.0) ^a	440.9 (434.7) ^a	528.8 (616.5) ^a	326.9 (298.4) ^a	0.516
Calcium (mg/meal)	924	221.1 (82.3) ^b	227.0 (74.7) ^b	254.7 (81.0) ^{ab}	301.1 (77.3) ^a	225.3 (71.1) ^b	<0.001
Potassium (mg/meal)	2892	952.2 (266.4) ^{ab}	1009.4 (257.6) ^a	959.0 (262.8) ^{ab}	782.2 (163.9) ^b	924.9 (172.8) ^{ab}	<0.001
Iron (mg/meal)	8.2	3.8 (1.7) ^a	2.9 (0.9) ^b	2.6 (0.9) ^b	3.4 (0.9) ^{ab}	3.5 (1.1) ^{ab}	<0.001
Magnesium (mg/meal)	203	78.6 (15.0) ^b	91.5 (24.9) ^{ab}	96.6 (23.4) ^{ab}	90.1 (26.7) ^{ab}	105.1 (29.1) ^a	<0.001
Zinc (mg/meal)	9.2	5.5 (2.1) ^a	3.3 (1.0) ^b	2.4 (0.6) ^c	2.9 (0.5) ^{bc}	2.5 (0.5) ^{bc}	<0.001
Copper (mg/meal)	1.2	0.6 (0.1) ^b	0.7 (0.1) ^{ab}	0.7 (0.4) ^{ab}	0.7 (0.2) ^{ab}	0.8 (0.1) ^a	0.006
Iodine (µg/meal)	120	60.1 (19.0) ^b	69.8 (20.7) ^b	117.6 (37.1) ^a	70.7 (26.5) ^b	77.6 (19.6) ^b	<0.001
Selenium (µg/meal)	39	60.3 (16.7) ^c	71.5 (20.2) ^{bc}	88.7 (18.9) ^a	59.6 (17.4) ^c	84.5 (19.1) ^{ab}	<0.001
LA ⁵ (g/meal) ⁴	8.9	2.8 (1.8) ^{ab}	3.4 (1.5) ^{ab}	2.5 (1.5) ^b	3.3 (1.4) ^{ab}	3.8 (1.6) ^a	0.001
ALA ⁶ (g/meal) ⁵	2.2	0.4 (0.4) ^a	0.5 (0.5) ^a	0.5 (0.5) ^a	0.3 (0.2) ^a	0.4 (0.1) ^a	0.042
DHA ⁷ (mg/meal) ⁶	152	42.6 (88.9) ^b	42.8 (16.1) ^b	150.3 (105.9) ^a	47.3 (19.7) ^b	40.7 (10.3) ^b	<0.001
SFA ⁸ (g/meal) ⁷	26	10.5 (5.4) ^{ab}	10.2 (5.4) ^{ab}	10.2 (5.2) ^{ab}	11.9 (3.7) ^a	6.8 (3.1) ^b	0.001
Salt (g/meal)	6.5	2.1 (0.7) ^a	2.5 (1.0) ^a	2.5 (0.6) ^a	2.7 (0.8) ^a	2.2 (0.7) ^a	0.004
Total sugars ⁹ (g/meal)	67.5	17.7 (6.1) ^a	19.4 (6.8) ^a	16.2 (6.2) ^a	20.3 (8.3) ^a	20.2 (5.6) ^a	0.009

¹ Recommended daily intake for children aged 4–13 years attending primary school in France (Martin, 2001). ² Maximum recommended value for children aged 4–12 years (ANSES, 2012, 2019a, 2021b). ³ Type III fixed effects tests of the subcategory effect in ANOVA models with MAR and nutrient content as dependent variables. The same letters indicate no significant difference between subcategories (post hoc pairwise comparisons, significance: $p < 0.05$ for meal indicators, $p < 0.002$ for nutrients). ⁴ Vitamin A = retinol + beta-carotene/6. ⁵ Linoleic acid. ⁶ Alpha-linolenic acid. ⁷ Docosahexaenoic acid. ⁸ Saturated fatty acids. ⁹ Total sugars = fructose + glucose + maltose + saccha

Children do not prefer meat-based school meals

Version pre-print

Lucile Marty, Justine Dahmani, Sophie Nicklaus

Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, CNRS, INRAE, Institut Agro, Université de Bourgogne Franche-Comté, F-21000 Dijon, France.

Abstract

In Western countries, a behavioural shift towards more plant-based diets is required in order to protect population and planet health. School canteens are an important public policy target to achieve this transition. Increasing the frequency of vegetarian meals in school canteens has been proposed as a solution to decrease greenhouse gas emissions while maintaining a good nutritional quality. However, vegetarian meals acceptance by children is key to limit unintended consequences such as increased food waste or increased nutritional inequalities. We aimed to examine children's liking for vegetarian and non-vegetarian meals at school canteens; and whether it varied across socioeconomic level. Connected scoring devices displaying a five-point smiley scale were installed in all the 38 primary school canteens of a French city, located in socially diverse neighbourhoods. Every day after their school lunch, children were asked to rate the main dish they had just eaten. During one school year, from September 2021 to June 2022, we collected 208,985 votes for 125 meals, including 32 vegetarian (i.e., no meat or fish) and 93 non-vegetarian main dishes, for an average of 1,672 (SD 440) votes per day across the 38 school canteens. We showed no difference in children's liking for vegetarian and non-vegetarian dishes. Additionally, the socioeconomic level of the schools was found to interact negatively with children's liking for vegetarian meals whereby vegetarian meals tended to be more liked in schools of lower socioeconomic level. Our results offer convincing evidence for school catering stakeholders that children's acceptance would not be a barrier to increase the frequency of vegetarian school meals, and that it would not increase social dietary inequalities.

1. Introduction

In high-income countries, a behavioural shift towards more plant-based diets is required in order to protect population and planet health^{1,2}. School canteens are an important public policy target to achieve this transition^{3–5}. Increasing the frequency of vegetarian meals at school canteens (i.e., meals without meat or fish) has been proposed as a solution to decrease greenhouse gas emissions while maintaining a good nutritional quality of meals^{6–8} and is already supported by regulations and public institutions, e.g. in France⁹, in Spain¹⁰, in Brazil¹¹. However, vegetarian meals acceptance by the children in the context of school canteens has never been investigated.

It has been repeatedly shown over the last decades that children's food preferences were predictive of their food intake^{12–15} leading to the common claim that children would not eat what they dislike. Children generally like energy-dense foods and dislike vegetables^{16–19} which makes difficult to predict whether vegetarian school meals would be more or less liked than non-vegetarian school meals considering their variability in terms of nutrient composition and vegetable content^{11,20–22}. Familiarity also plays an important role in shaping children's preferences²³, so increasing the frequency of vegetarian school meals may reduce the familiarity of the dishes served to children born in cultural or family contexts where meat is central in meal composition as in Western countries^{24,25}. We may thus hypothesise that a transition towards more frequent vegetarian school meals would reduce children's liking for school meals, and that it may depend on children's family background that contributes to shaping eating behaviours^{26–28}. In an Italian sample of 4–5 year-olds, hedonic ratings for school lunch vegetarian options (e.g., omelette, mozzarella cheese) were as high as for non-vegetarian options (e.g., beef steak, meatballs)¹³; however only few and familiar vegetarian options were examined and they were not presented in a school canteen natural setting.

A large body of evidence has proven that the socioeconomic level influenced dietary patterns^{29,30}, with in particular higher consumption of energy-dense foods and lower consumption of fruit and vegetables observed among individuals of lower socioeconomic level. Several factors have been advanced to explain these differences in dietary patterns: differences in food access due to availability³¹ and cost³², differences in food motivations^{33,34} and differences in food preferences^{35,36}. To our knowledge, no previous study documented food liking differences in children from various socioeconomic backgrounds. However, dietary patterns of children and adolescents from various socioeconomic backgrounds may vary greatly as shown by cohort studies in Western countries^{37–39}. Specifically, dietary patterns that are less rich in meat may become more common in families of higher socioeconomic levels, as adults of higher education have been shown to consume more plant-based diets^{40,41}. Children from lower socioeconomic backgrounds may thus have been less exposed to meat-

free meals at home, hence may be less familiar with vegetarian dishes that they may like less than their counterparts from higher socioeconomic backgrounds.

Investigating vegetarian meals acceptance by children from diverse socio-economic backgrounds is therefore key to understand how to prevent potential unintended consequences such as increased food waste or increased nutritional inequalities. In the present study, our primary aim was to compare primary school children's liking for vegetarian and non-vegetarian meals in the real-life context of school canteens. We additionally aimed to explore children's vegetarian and non-vegetarian school meals liking based on the schools' socioeconomic levels.

2. Methods

2.1 Data collection overview

In May 2021, the school catering service of the city of Dijon installed connected scoring devices in primary school canteens across the city (n=38) with the aim to record how much the children liked the food that was served. On average, 4300 children aged between 6 and 11 years old ate their lunch at the school canteens each day in Dijon in 2021 (except on Wednesdays as schools are closed in the afternoon only a small number of children attend school canteen on these days). All the meals were cooked in a main kitchen then cooled and distributed to the school canteens to be served to the children. The exact same menu was served in all school canteens every day; except when a pork-based meal was served, a poultry-based alternative was offered (e.g., poultry sausage instead of pork sausage). A school meal was usually composed of a starter, protein and side dish, dairy product, and dessert, with additional 28 g of bread, in accordance with the French regulation⁵⁸.

The connected scoring devices were fixed in the wall close to the exit door of the school canteens and displayed a five-point smiley scale. Every day after lunch, between 12 pm and 2 pm, children were asked to rate the main dish they had just eaten (protein dish and side dish combined) from 1: "I don't like it at all" to 5: "I really like it" by touching one smiley on the scale. In the present study, we analysed the data collected during one school year, from September 2021 to June 2022. Before this period, the research team in collaboration with Dijon catering service organised training sessions with staff and children in all school canteens to explain the data collection procedure. Technical assistance was provided to the schools when needed and all schools were visited at least once by one member of the research team during the data collection period. The data were collected by the school catering service of the city of Dijon in accordance with the Declaration of Helsinki. Staff and children were informed of the objectives of the study before data collection and could freely decide to take part or not – which might vary on a day to day basis. The data are completely

anonymous. In line with the French legislation, this study was exempted from requiring ethics approval (see **Appendix B**).

2.2 Procedure

2.2.1 Training sessions and large-scale pre-test

The training session dates were defined by email with school staff one or two weeks in advance. On the day of the training session, the research team carried a prototype of the connected scoring device. Before school lunch, a 15-minute meeting was organised with school staff to introduce the research team, the project, the device and answer any questions they may have. School staff was asked to inform the children during lunch that they would be asked “how much they like the main dish” once they finished eating. Right after lunch, school staff guided the children towards the prototype device installed at the exit door, the scale was explained to the children and they gave their answers one at a time if they wished to.

Once the connected scoring devices were installed in all school, a large-scale pre-test week was organised in June 2021 with the aim to observe response rate and to get feedback from real-life use. During this week, the school staff was asked to organise children’s rating every day after lunch and to complete an online feedback questionnaire. We recorded 2922 votes on Monday, 1602 on Tuesday (strike action), 246 on Wednesday (schools closed on the afternoon), 2664 on Thursday and 2659 on Friday. For the period from September 2021 until June 2022, we anticipated an attrition rate of 50% and expected around 1300 votes each day (except on Wednesdays) which was deemed satisfactory to be representative of main dishes liking by primary schools’ children of Dijon. Twenty-five schools answered the feedback questionnaire. Very limited number of problems were reported and were mainly due to the device location (n=6). The device was relocated by catering staff where possible. School staff reported that either all the children or more than half of the children understood the question and understood the scale correctly.

2.2.2 Data collection in school canteens

Data collection was launched in September 2021, school staff was informed by the catering service of Dijon that from this school year children would be asked to rate the main dish every day after lunch using the connected scoring devices if they wished to. A procedure document was sent by email and printed to be kept in each school. Key elements of the procedure were: meaning of each smiley displayed on the scale, rating should be organised every day after lunch by school staff, all children could vote if they wished to, each child should only vote once, be mindful that the children

understood that the question was about the main dish (protein dish and side dish combined) and limit interaction between children while voting. School staff was free to organise data collection to their convenience and encourage to prioritise data quality over data quantity (i.e., less votes but not in a hurry, with children voting one at a time). Data were automatically recorded through the phone network and available on a dedicated webpage (open data, in French: <https://data.metropole-dijon.fr>). No ratings were recorded outside the lunch break predefined timeframe (i.e., from 12pm to 2pm).

Every three months, the research team analysed the data, shared a report on the use of the connected scoring devices with catering service and organised meetings to find appropriate solutions in schools where the response rate was low. At the end of the school year, personalised feedback was provided to each school by email; results regarding the most and the least liked main dishes over the year were arranged in a document to be printed and displayed in all school canteens.

2.3 Control for data quality

2.3.1 Visits by the research team

In order to control for data quality, the research team organised visits at the school canteens during the data collection period to check on the connected scoring devices use. Based on day-to-day observation of response rates per school, visits were prioritised at schools where response rate was particularly low, or suddenly lower. To organise a visit, an email was sent one week in advance to school staff. The visits took place during lunch time. A research assistant had lunch with the staff and the children to have the opportunity to discuss with them. After lunch the research assistant guided the children and staff for the use of the connected scoring devices, providing advices and reminding guidelines from the procedure document. If necessary technical assistance was provided and follow-up by email was offered.

2.3.2 Children's liking scale understanding

Two preliminary studies were conducted to examine whether the children understood the scale and the instruction in a satisfactory manner (n=123 children from 6 to 11 years old in eight different schools). The first one ensured that children understood the scale correctly. The second one ensured that liking scores (from 1 to 5) were consistent with children declared preferences (one food over another). In the first study, a story about how much a fictive character liked 5 different foods was printed and read aloud to the children. They were asked to rate how much the character like each food using the liking scale printed on paper. We recorded 92% of correct answers. In the second study,

children were asked to select their preferred dish between two pictures and then to rate how much they like each dish using the liking scale printed on paper. We recorded 87% consistency between preferences and liking scores. Together, these results highlight a good understanding of the scale by the children.

2.3.3 External validity of the connected scoring devices

We externally validated the connected scoring devices against the gold standard method for liking data collection in children, i.e. by an experimenter at the point of consumption (n=244 children from 6 to 11 years old in four schools). During four consecutive days in four different school canteens, the experimenters asked all the children how much they liked the main dish while they were eating it. The answers were given orally by the children and recorded by the experimenters. After lunch, the children were asked to rate the main dish again using the connected scoring devices. Mean liking from in-person records and connected devices were compared in each school using Bayes factors and positive evidence was found for their equality based on Raftery⁵⁹ (school 1, in-person: 4.41 (SD 0.72) and connected devices: 4.36 (SD 0.74), $B_{01}=4.79$; school 2, 3.95 (SD 1.37) and 3.93 (SD 1.45), $B_{01}=4.99$; school 3, 3.32 (SD 1.28) and 3.33 (SD 1.28), $B_{01}=4.72$; school 4, 4.25 (SD 0.95) and 4.18 (SD 1.12), $B_{01}=5.38$) which supports the external validity of the liking measure.

2.3.4 Relationship between liking scores and food waste

In May 2022, Dijon catering staff organised a food waste record campaign in all primary school canteens for three weeks. We were able to match food waste data (in grams per child) with liking data for 30 school canteens and 12 distinct main dishes (272 observations, 88 missing). Food waste and liking scores were negatively associated (Pearson's $r=-0.30$, $p<0.001$) confirming the behavioural significance of the liking measure.

2.4 Variables calculation

2.4.1 Liking scores

Children's answers to the question "how much do you like the main dish today?" were coded from 1: "I don't like it at all" (dark red smiley) to 5: "I really like it" (dark green smiley). For each day and each school a mean liking score was calculated. As one single main dish was served every day in all school canteens, we obtained mean liking scores per main dish and per school by pairing liking scores with school canteen menus at each date point. Liking scores for pork-based meals and their poultry-based alternatives served on the same day were not differentiated.

2.4.2 Main dish types, nutritional quality and environmental impact

A main dish was composed of a protein dish and a side dish. Protein dishes were classified into five categories: beef-based, pork or poultry-based and fish-based for non-vegetarian main dishes, eggs or cheese-based and vegan for vegetarian main dishes. Side dishes were classified into four categories: starches, fries, vegetables and pulses.

Following a methodology previously described²⁰, the nutritional composition and environmental impact (GHGE, in kg of CO₂ equivalent) of protein dishes and side dishes was estimated using French food nutrient composition reference databases⁶⁰ (Ciqua 2020) and French environmental impacts of food products reference database⁶¹ (Agribalyse v3.0). Nutritional quality of protein dishes and side dishes was assessed using the Nutri-Score nutrient profiling system⁶². This score is based on the nutrient content for 100 g and ranges from -15 (most healthy) to +40 (less healthy) with positive points allocated for content in energy, total sugar, saturated fatty acids and sodium and negative points for content in fruit, vegetables and nuts, fibres and proteins. Nutritional quality of a main dish was calculated as the mean Nutri-Score of protein dish and side dish. GHGE of protein dishes and side dishes was calculated by multiplying GHGE per gram of dish by the portion size served (in grams). GHGE of a main dish was calculated by summing protein dish and side dish GHGE.

2.4.3 Socioeconomic level

Dijon catering service applies social pricing for school meals. The range of pricing varies from 0.5€ to 8.95€/meal and is based on children's family income: the richer a family is, the higher the school meal price is. We calculated the average meal price paid by families registered in each school canteen in 2021 to serve as a proxy of the socioeconomic level of each school.

2.5 Statistical analyses

For each day, we calculated the mean liking score for the main dish in each school. Data were neither recorded during school holidays nor on Wednesdays as school canteens attendance rate was low. We did not record data in a school canteen when staff was on strike. Data were excluded from main analyses for schools where response rate was <0.1 or >1 for a given day, calculated as the ratio: number of votes / number of meals served, as from our field observations it testified for disruption in data collection and may lead to poor data quality. Sensitivity analyses were run including all data available in the models.

To compare children's liking for vegetarian and non-vegetarian meals, we performed a generalized linear mixed model testing the effect of protein dish type (vegetarian or non-vegetarian) on liking score adjusted for side dish category (four categories). To further distinguish between children's liking for protein dish categories, we also performed a generalized linear mixed model

testing the effect of protein dish category (five categories) and side dish category on liking score. Least squares means comparisons were performed for the protein dish type, protein dish category and side dish category. To examine whether children's liking patterns for vegetarian and non-vegetarian meals differed based on the schools' socioeconomic levels, we performed two generalized linear mixed models: the first testing the effect of protein dish type, socioeconomic level (i.e., meal price paid by families) and the interaction between protein dish type and socioeconomic level on liking score adjusted for side dish category, and the second testing the effect of protein dish category, side dish category, socioeconomic level and the interactions between protein dish category and socioeconomic level and between side category and socioeconomic level on liking score. Least squares means comparisons were performed for the protein dish type, protein dish category and side dish category at different meal price values (minimum, first quartile, median, third quartile, maximum). A random effect of school canteen was included in all models to account for correlation between repeated measures within the same school. Finally, we explored the relationship between mean liking, nutritional quality and environmental impact of the main dishes through correlational analyses and plots visual examination.

All the statistical analyses were performed using SAS version 9.4; generalized linear mixed models were performed using the proc mixed. The level of significance was set at $p < 0.05$ and at $p < 0.005$ for multiple post-hoc comparisons.

3. Results

From September 2021 to June 2022, liking data were collected using connected scoring devices installed in all primary school canteens across the city of Dijon, France (n=38). Every day after lunch, children were asked to rate the main dish they had just eaten (protein dish and side dish combined) from 1: “I don’t like it at all” to 5: “I really like it” by touching a five-point smiley scale (**Figure 1**). Liking data were collected for 125 main dishes, 32 vegetarian (22 eggs or cheese-based and 10 vegan) and 93 non-vegetarian (21 beef-based, 41 pork or poultry-based and 31 fish-based). Starches were served 46 times as side dishes, fries 10 times, vegetables 63 times and pulses 6 times. A total of 208,985 votes was recorded during the school year with an average of 1,672 (SD 440) votes per day, allowing for 4,365 mean liking scores to be calculated per main dish and per school. After data exclusion where response rate was <0.1 or >1 (n=25,563 votes, 12%), 3,766 observations were analysed. The average response rate was 46% (SD 23) per day and school. The mean liking score across all main dishes was 3.82 (SD 0.45); the maximum was 4.40 (SD 0.33, n=34) for spaghetti Bolognese and the minimum was 3.22 (SD 0.48, n=33) for lentils patties and cauliflower. The list of the 125 main dishes with their liking scores is available as **supplementary materials, Table S1**.



Figure 1. Connected scoring device five-point smiley scale

Legend: dark red smiley: “I don’t like it at all”, light red smiley: “I don’t like it”, yellow: “I moderately like it”, light green smiley: “I like it”, dark green smiley: “I really like it”

3.1 Children’s liking for vegetarian and non-vegetarian meals

Liking scores were not influenced by protein dish type ($F(1,3724) = 1.11$, $p = 0.292$) when adjusted by side dish category in a linear model. Least squares means comparisons showed that vegetarian (3.89, 95%CI [3.83; 3.94]) and non-vegetarian (3.91, 95%CI [3.85; 3.96]) main dishes were equally liked by the children (-0.02, 95%CI [-0.05; 0.01]) as also depicted in **Figure 2**. However, liking scores were influenced by protein dish category ($F(4,3721) = 26.4$, $p < 0.001$) and by side dish category ($F(3,3721) = 201$, $p < 0.001$) in a linear model. Least squares means multiple comparisons showed that the most liked were pork or poultry-based (3.96, 99.5%CI [3.88; 4.04]) and eggs or cheese-based dishes (3.96, 99.5%CI [3.87; 4.04]), followed by fish-based (3.87, 99.5%CI [3.78; 3.95]) and beef-based dishes (3.84, 99.5%CI [3.76; 3.93]), and the least liked were vegan dishes (3.74, 99.5%CI [3.64; 3.84]).

Results from multiple comparisons are depicted in **Figure 3A**. Regarding side dishes, least squares means multiple comparisons showed that the most liked were fries (4.19, 99.5%CI [4.10; 4.29]), followed by starches (3.91, 99.5%CI [3.84; 3.99]); then by pulses (3.72, 99.5%CI [3.61; 3.83]) and vegetables (3.66, 99.5%CI [3.59; 3.74]). Results from multiple comparisons are depicted in **Figure 3B**. When all votes were considered in sensitivity analyses, including days with very low or high participation rate (n=4,365), the same results was obtained (see **supplementary materials, Table S2**).

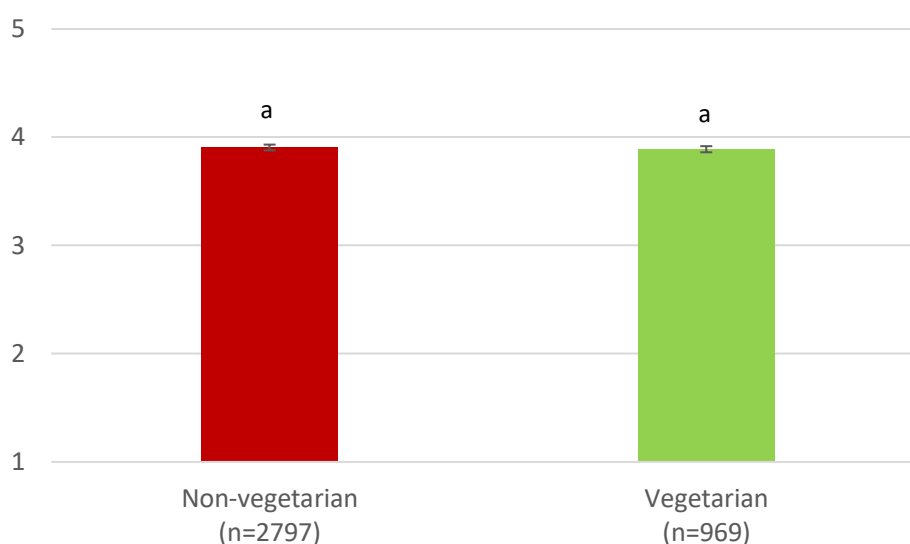


Figure 2. Mean liking scores for vegetarian and non-vegetarian protein dishes, adjusted for side dish category.

Legend: error bars are standard errors, least squares means with the same letter are not statistically different, $p < 0.05$. One observation per day, meal and school.

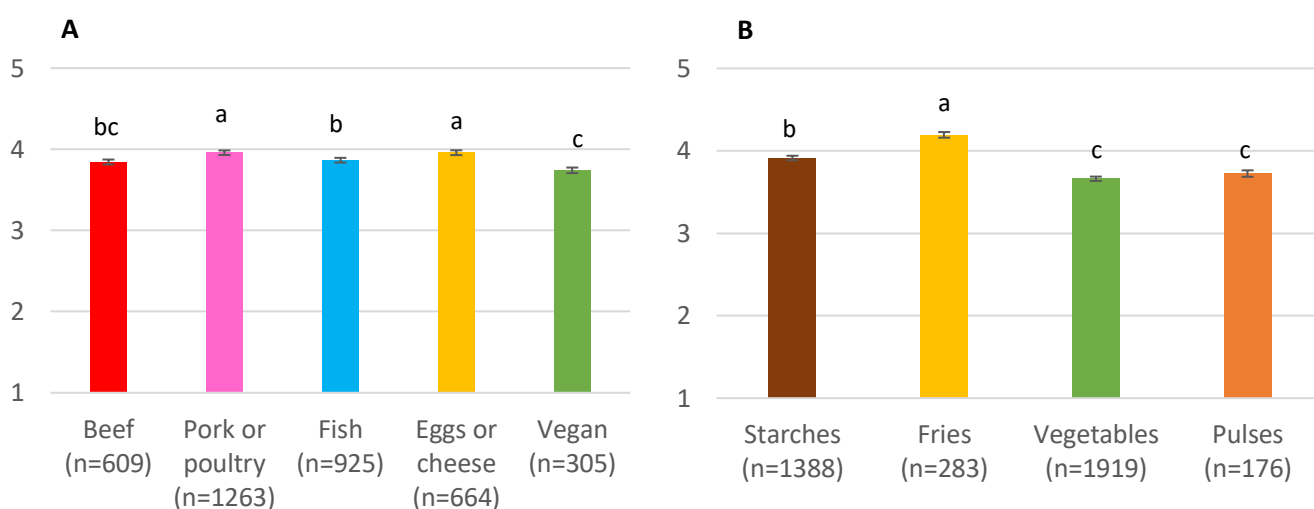


Figure 3. Mean liking scores for protein dish categories (A) and side dish categories (B), adjusted for each other.

Legend: error bars are standard errors, least squares means with the same letter are not statistically different, $p < 0.005$. One observation per day, meal and school.

3.2 Differences in children's liking from diverse socioeconomic backgrounds

The average meal price paid by the families across the 38 schools was €2.85 (SD 0.83), with a minimum of €1.34 and a maximum of €4.32. Because the menu was the same in all schools every day, the only driver of price differences between schools was the income of parents. In Dijon school catering system, the price paid per school meal ("meal price") heavily varies in proportion to parental income, from €0.5 per meal for household income lower than €300/month to €7 per meal for household income higher than €6600/month. In a linear model testing the effect of protein dish type (vegetarian or non-vegetarian) and meal price (proxy for socioeconomic level), adjusted for side dish category, liking scores were not influenced by protein dish type ($F(1,3722) = 2.64$, $p = 0.104$) but were significantly influenced by meal price ($F(1,3722) = 7.96$, $p = 0.005$), and the interaction between protein dish type and meal price was significant ($F(1,3719) = 3.96$, $p = 0.047$). Higher liking scores were found in schools with lower socioeconomic levels and especially for vegetarian meals (**Figure 4A**). Least squares means comparisons at different meal prices showed that vegetarian and non-vegetarian meals were equally liked in schools with lower socioeconomic levels (at minimum meal price, 0.04, 95%CI [-0.02; 0.10]) whereas vegetarian meals were less liked than non-vegetarian meals in schools with higher socioeconomic levels (at maximum meal price, -0.07, 95%CI [-0.13; -0.01]); see also , **Table S3**).

In the model testing the effect of protein dish category, side dish category and meal price, liking scores were influenced by protein dish category ($F(4,3713) = 3.54$, $p = 0.007$), side dish category ($F(3,3713) = 4.44$, $p = 0.004$) and meal price ($F(1,3713) = 4.59$, $p = 0.032$). The interactions between protein dish category and meal price ($F(4,3713) = 4.91$, $p < 0.001$) and between side dish category and meal price ($F(3,3713) = 3.24$, $p = 0.021$) were both significant. Higher liking scores were found in schools with lower socioeconomic levels and least squares means comparisons at different meal prices indicated that liking patterns for protein and side dishes categories varied across the socioeconomic levels (**Figure 4B and 4C**). The effect size of the interaction between protein dish category and meal price was substantial as the relative difference between beef-based meals and vegan meals was more than twice as high for the third meal price quartile (0.15, 99.5%CI [0.05; 0.25]) compared to the first meal price quartile (0.06, 99.5%CI [-0.03; 0.16]).

When all votes were considered in sensitivity analyses, including days with very low or high participation rate ($n=4,365$), difference in liking between vegetarian and non-vegetarian meals in schools with higher socioeconomic levels was still in favour of non-vegetarian meals but no longer significant. The preference order for protein dish and side dish categories remained the same at the different meal prices; vegan dishes became even more close in liking to other dish categories in schools with lower socioeconomic levels (see **supplementary materials, Table S4**).

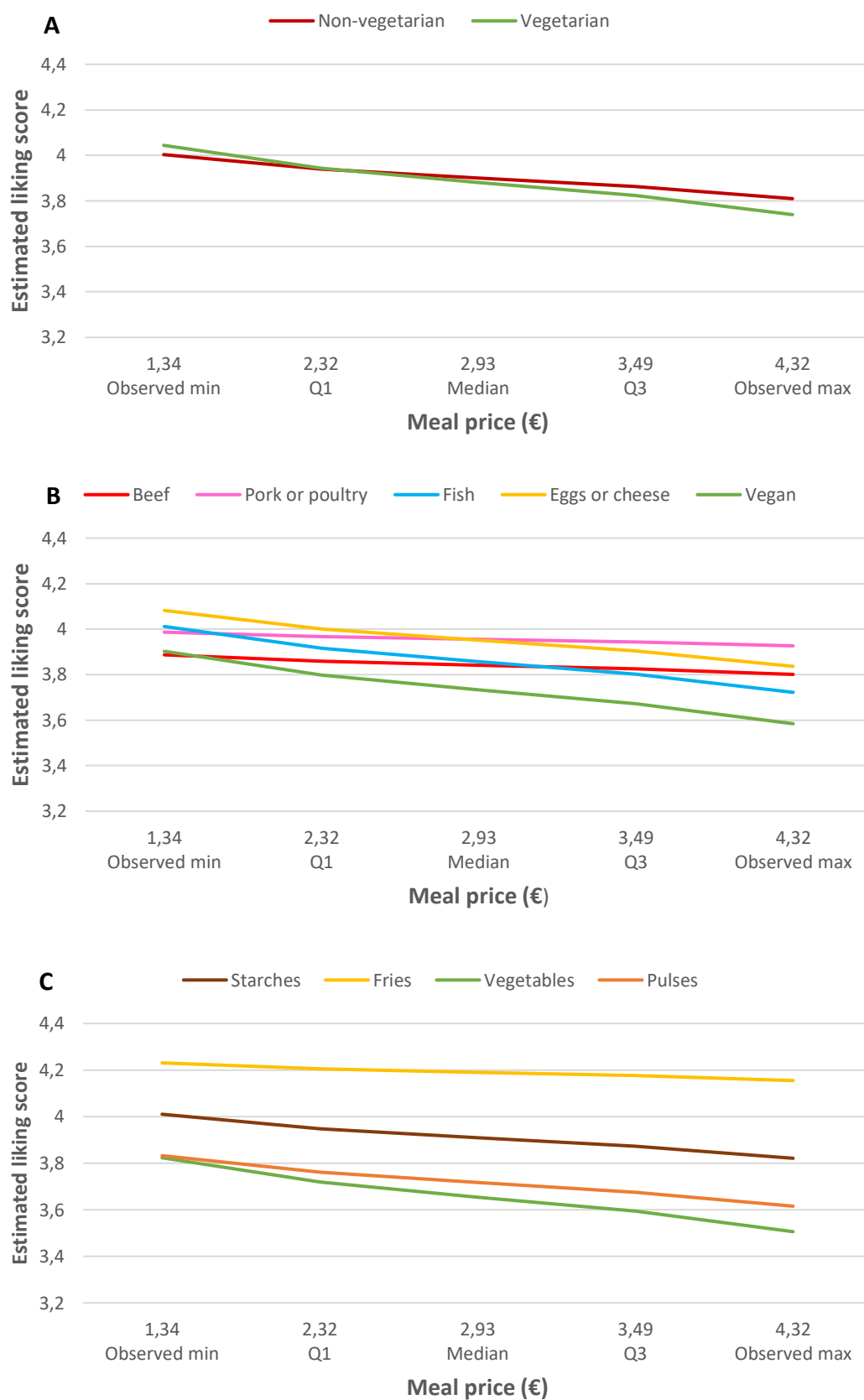


Figure 4. Mean liking scores for vegetarian and non-vegetarian meals (A) adjusted for side dish category, protein dish categories (B) and side dish categories (C) adjusted for each other at different meal prices

*Legend: For the sake of clarity, confidence intervals are not presented on the figure, values and comparisons are available as **supplementary materials Table S3**.*

3.3 Association between liking, nutritional quality and environmental impact

The average Nutri-Score (depicting nutritional quality, calculation range from -15 to +40) across all 125 main dishes was 1.48 (SD 4.45), with a minimum (best nutritional quality) of -6.00 observed for a dish of rice with lentils and a maximum (worst nutritional quality) of 17.5 observed for a dish of cheese pastry with courgette flan. The average greenhouse gas emissions (GHGE) for a main dish was 1.30 kgCO₂eq (SD 0.92), with a minimum of 0.18 observed for a main dish of chickpeas patties and bulgur and a maximum of 4.08 observed for a main dish of beef stew with courgette gratin. Nutri-Score and GHGE were not correlated to each other (Pearson's $r=0.09$, $p=0.337$). Nutri-Score was positively correlated with liking indicating children's preference for less healthy main dishes (Pearson's $r=0.26$, $p=0.004$) but GHGE was not (Pearson's $r=-0.06$, $p=0.518$).

Figure 5 depicts Nutri-Score (x axis) and GHGE (y axis) for each main dish per protein dish category; bigger diameter indicating higher liking. On average, the most emitting main dishes were beef-based; the least nutritious were pork or poultry-based and eggs or cheese-based. Fish-based main dishes had intermediate nutritional quality and GHGE while vegan main dishes combined good nutritional quality and low GHGE. Highly liked (and disliked) dishes were found across all dishes categories suggesting options for the selection of main dishes that would improve nutritional quality and decrease GHGE while maintaining high children's acceptability of school canteens main dishes.

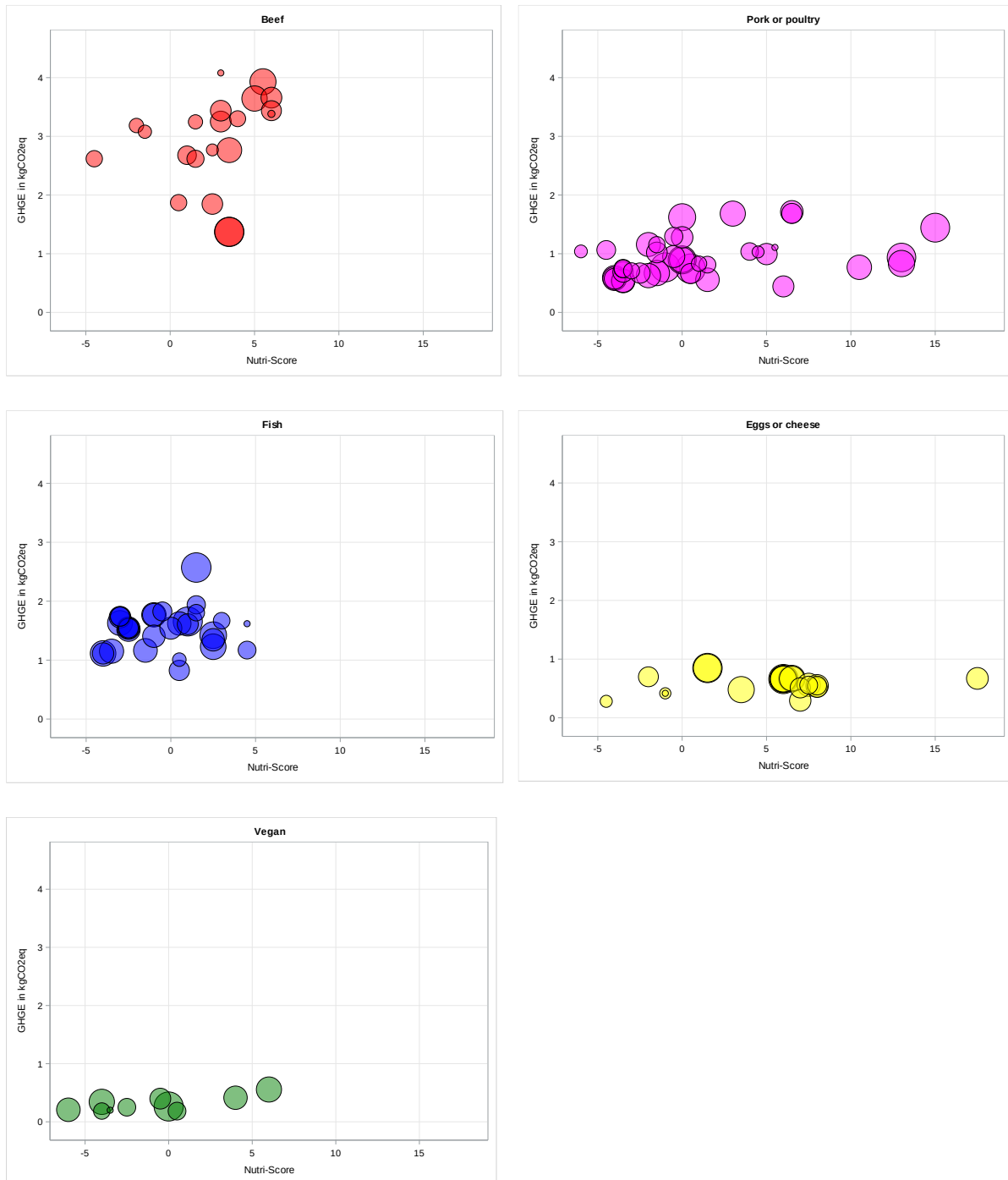


Figure 5. Nutritional quality, environmental impact and mean liking score for each main dish per protein dishes category

Legend: Nutritional quality (x axis) is represented by Nutri-Score, higher scores indicate lower nutritional quality; environmental impact (y axis) is represented by GHGE in kgCO₂e, higher GHGE indicate higher environmental impact; bigger diameters indicate higher liking score

4. Discussion

From more than 200,000 liking scores collected over one school year across 125 meals in 38 schools from socially diverse neighbourhoods, no difference in children's liking was found between vegetarian and non-vegetarian school meals. A mean liking score of 3.82 (SD 0.45) across all meals on a scale ranging from 1 to 5 indicated that children were on average satisfied with the main dishes served at school canteens; however, with significant differences according to dish categories. In addition, higher liking scores were found in schools with lower socioeconomic levels and especially for vegetarian meals. Together these results suggest that it is possible for school canteens to provide the children with vegetarian meals they like even in contexts where meat is central in the food culture^{25,42}, hence without hedonic cost for children.

It may seem surprising at first sight that vegetarian and non-vegetarian school meals were similarly liked by the children in a country where meat-eaters are the majority (between 96% and 98% according to recent surveys)^{40,43} and where meat and fish consumption is particularly high^{44,45}, though in line with other Western countries consumption level¹. We may hypothesize a lack of familiarity with vegetarian options in children leading to lower liking scores. However, this is not what we observed. The eggs or cheese-based vegetarian dishes were among the preferred main dishes of the children and were also quite familiar recipes in the French food culture (e.g., pasta in cheese sauce, see **supplementary materials Table S1**). On the contrary, vegan dishes that were mostly based on lentils and chickpeas were the least liked dishes category which may be due to a lack of familiarity as only 19% of 7-10-year-old French children consumed pulses according to the last national food consumption survey conducted in 2014-15⁴⁵. In addition, vegan main dishes had a good nutritional profile contrary to eggs or cheese-based dishes, yet we showed that the children preferred dishes of lower nutritional quality as in previous studies¹⁶⁻¹⁸. As it has been reported in a previous study, some vegetarian options were among the most liked dishes at school canteens⁴⁶ which may be partly explained by the higher level of children's familiarity with these dishes. However, beyond these general trends, we observed much variability in terms of liking scores and/or nutritional quality and/or GHGE within each dish category. It shows that it would be possible to select main dishes combining high liking scores, high nutritional quality and low GHGE both within vegetarian and non-vegetarian categories. Substitutions between vegetarian and non-vegetarian meals should thus be made carefully to maximise children's liking and nutritional quality and to minimise GHGE at the same time, hence to maximise food offer sustainability.

To our knowledge, no study has ever investigated liking for school meals in socially diverse neighbourhoods. We found that children from lower socioeconomic backgrounds seemed to demonstrate higher liking for school meals compared to children from higher socioeconomic backgrounds. Lower school lunch attendance has been previously reported for children from lower socioeconomic backgrounds in France⁴⁷. Based on the results of the present study, lower liking for school meals is probably not the reason of this lower attendance but instead somebody preparing lunch at home or proximity between school and home⁴⁷. Several hypotheses can be put forward to explain the negative association between school meals liking and socioeconomic backgrounds. First, it may suggest that children from higher socioeconomic backgrounds were more picky although such an association has not been described in the literature^{48,49}. Second, although the literature on parent perceptions of school meals is scarce and mixed, it has been reported in different contexts that parents perceived school meals as unappealing^{50,51} which may in turn influence their children's perception. Interestingly, US parent perceptions of school lunch has been shown to vary by their participation in the Free and Reduced Price School Meals⁵²; participants in this program considered school lunch to be better than food made at home and perceived the taste of school meals as a less important feature. As liking for food is influenced by social norms⁵³, more positive opinions on school meals in families paying a reduced price might explain higher liking in children from lower socioeconomic backgrounds.

We also highlighted differences in preference order for protein dish categories across the socioeconomic levels of the schools. In particular beef-based dishes tended to be among the least liked dishes in schools of lower socioeconomic levels which may highlight a cultural pattern of preferences towards meat dislike at school canteens. In a previous study investigating parents' willingness for more vegetarian meals in school canteens, we showed that parents choosing pork-free meals for their children were also more likely to ask for more vegetarian meals⁵⁴. Compared to other dishes categories, vegan meals were less disliked in lower than in higher socioeconomic contexts. In the present sample of dishes, vegan dishes were mostly pulses-based and this pattern of preferences may recall Mediterranean dietary patterns to which children may be exposed at home⁵⁵; enhancing familiarity with pulses. Hence, reducing beef-based and increasing pulses-based school meals would not be detrimental for children from lower socioeconomic backgrounds while being valuable for both children's health and the environment⁵⁶. These children seemed even to demonstrate more readiness towards the animal-to-plant-based food transition through their distinct food preferences patterns in favour of plant-based school meals. Consequently, increasing the frequency of vegetarian school meals would be in line with the principles of proportionate universalism stating that intervening in a way that benefits all but particularly those who need it most will not only lead to the largest improvements but will address social dietary inequalities⁵⁷.

This study has several strengths. We constituted a unique data set of real-life children's liking scores of school meals at the scale of an entire city with socially diverse neighbourhoods. We developed a new measure of liking through connected scoring devices located in the school canteens. This new method was validated through three studies to ensure children's understanding of the liking scale and external validity of this new liking measure. We also showed an association between liking scores and food waste demonstrating that this new liking measure may reflect consumption behaviour. Finally, we also retrieved data regarding the nutritional quality and environmental impact of vegetarian and non-vegetarian school meals highlighting the best substitutions to improve the nutritional quality and to decrease the environmental impact of school meals while maintaining high liking scores in children. However, this study also has several limitations. On average, only 46% of the children rated the meal everyday which may question the representativity of our results. We found that the response rate per school was mainly explained by their size whereby the biggest schools had the lowest response rates ($n=38$, Pearson's $r=-0.50$, $p=0.002$). Indeed, as there was only one scoring device per school, small or big, the biggest schools planned ahead the votes so a different group of children would vote on each day by maintaining the representativity over a week. The data collected through the connected scoring devices were completely anonymous and could not be paired with children individual characteristics, in particular individual socioeconomic background. The interpretation of the results regarding the association between liking scores and socioeconomic level should thus carefully be made at the scale of the school and not at an individual level. Importantly, the socioeconomic level (i.e., meal price paid by parents) was the only variable that we could consider at the school level and we cannot exclude endogeneity bias. The data were collected in a medium size French city (150,000 inhabitants) in an urban area and may not generalise beyond this context. Children were asked to rate the main dish combining protein dish and side dish. We showed that the side dish category had a strong influence on liking scores. As all the protein dish categories were not served with the exact same sides, it may be possible that the liking comparison between protein dish categories was biased by the liking of the side. However, vegetarian and non-vegetarian meals were served at least once with each side dish category and all the models were adjusted for the side dish category to limit this bias. Finally, the vegan dishes represented quite a small category (10 dishes among 125, 8%) with not much variability in terms of ingredients (mostly pulses, see **supplementary materials Table S1**) which limits the generalizability of the results for this category.

5. Conclusions and implications

The results of the present study show that children do not prefer meat-based school meals. They highlight the good acceptability of increasing vegetarian school meals as part of school meal programs in Western countries. On top of having positive effects on the planet and on children's health, we showed that vegetarian school meals were also highly liked by the children, especially by those from lower socioeconomic background. As food liking and food consumption are closely related, these results suggest that serving more vegetarian school meals should not increase waste nor social dietary inequalities. However, there is much variability in terms of nutritional quality among school meals and one should be cautious when substituting non-vegetarian meals by vegetarian meals to ensure adequate nutritional quality. In particular, we showed that school meals of better nutritional quality tended to be less liked by the children and school meals cooks should thus aim to improve the recipes either to increase the nutritional quality of already liked vegetarian dishes or to improve the taste of vegetarian dishes of good nutritional quality. The diversity in school meals could also easily be maintained by selecting non-vegetarian meals of high nutritional quality and low environmental impact but also by diversifying vegetarian ingredients. School catering systems may thus need guidance to improve their plant-based food procurements also integrating other dimensions of sustainability such as cost, agricultural practices, or local sourcing. Acknowledging that the shift towards more sustainable school catering may be difficult, we assume that having demonstrated that it would be acceptable for the children to eat vegetarian meals more often may be an additional motivation for the school catering stakeholders to accelerate change in their practices.

Abbreviations

GHGE: greenhouse gas emissions

Authors' contributions

All the authors conceived and designed the analysis; LM and JD collected the data; LM performed the analysis and wrote the initial draft of the manuscript; JD and SN reviewed and approved the final manuscript.

Funding

This research was funded by a grant to SN (Danone International Prize on Alimentation 2018), a grant from the Dijon Municipality in the frame of the "Dijon Alimentation Durable 2030" initiative which supported the PhD fellowship of JD, and a grant of the Caisse des dépôts et consignations through the "Territoires d'innovation" funding scheme. Funders were not involved in the data analysis plan.

References

1. Willett, W. *et al.* Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet* **393**, 447–492 (2019).
2. Clark, M. A. *et al.* Global food system emissions could preclude achieving the 1.5° and 2°C climate change targets. *Science* (80-.). **370**, 705–708 (2020).
3. Coleman, P. C., Murphy, L., Nyman, M. & Oyeboode, O. Operationalising the EAT – Lancet Commissions’ targets to achieve healthy and sustainable diets. *Lancet Planet. Heal.* **5**, e398–e399 (2021).
4. Stern, A. L., Blackstone, N. T., Economos, C. D. & Griffin, T. S. Less animal protein and more whole grain in US school lunches could greatly reduce environmental impacts. *Commun. Earth Environ.* **3**, 1–9 (2022).
5. Garnett, E. E. & Balmford, A. The vital role of organizations in protecting climate and nature. *Nat. Hum. Behav.* (2022) doi:10.1038/s41562-021-01260-z.
6. Poinot, R., Vieux, F., Maillot, M. & Darmon, N. Number of meal components, nutritional guidelines, vegetarian meals, avoiding ruminant meat: what is the best trade-off for improving school meal sustainability? *Eur. J. Nutr.* (2022) doi:10.1007/s00394-022-02868-1.
7. Eustachio Colombo, P. *et al.* Optimizing school food supply: Integrating environmental, health, economic, and cultural dimensions of diet sustainability with linear programming. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **16**, 1–18 (2019).
8. Ribal, J. *et al.* Designing healthy, climate friendly and affordable school lunches. *Int. J. Life Cycle Assess.* **21**, 631–645 (2016).
9. French Republic. Law for balanced trade relations in the agricultural and food sector and healthy, sustainable food accessible to all. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000037547946> (2018).
10. Batlle-Bayer, L. *et al.* An explorative assessment of environmental and nutritional benefits of introducing low-carbon meals to Barcelona schools. *Sci. Total Environ.* **756**, 143879 (2021).
11. Kluczkowski, A. *et al.* An Environmental and Nutritional Evaluation of School Food Menus in Bahia , Brazil That Contribute to Local Public Policy to Promote Sustainability. *Nutrients* **14**, 1–20 (2022).
12. Birch, L. L. Preschool children’s food preferences and consumption patterns. *J. Nutr. Educ.* **11**, 189–192 (1979).
13. Caporale, G., Policastro, S., Tuorila, H. & Monteleone, E. Hedonic ratings and consumption of school lunch among preschool children. *Food Qual. Prefer.* **20**, 482–489 (2009).
14. Baxter, S. D. & Thompson, W. O. Fourth-grade children’s consumption of fruit and vegetable items available as part of school lunches is closely related to preferences. *J. Nutr. Educ. Behav.* **34**, 166–171 (2002).
15. Keller, K. L., Shehan, C., Cravener, T., Schlechter, H. & Hayes, J. E. Do children really eat what they like? Relationships between liking and intake across laboratory test-meals. *Appetite* **172**, 105946 (2022).
16. Gibson, E. L. & Wardle, J. Energy density predicts preferences for fruit and vegetables in 4-year-old children. *Appetite* **41**, 97–98 (2003).

17. Nicklaus, S., Boggio, V. & Issanchou, S. Food choices at lunch during the third year of life: high selection of animal and starchy foods but avoidance of vegetables. *Acta Paediatr.* **94**, 943–51 (2005).
18. Cooke, L. J. & Wardle, J. Age and gender differences in children's food preferences. *Br. J. Nutr.* **93**, 741–746 (2005).
19. Russell, C. G. & Worsley, A. Do children's food preferences align with dietary recommendations? *Public Health Nutr.* **10**, 1223–1233 (2007).
20. Dahmani, J., Nicklaus, S., Grenier, J.-M. & Marty, L. Nutritional quality and greenhouse gas emissions of vegetarian and non-vegetarian primary school meals: A case study in Dijon, France. *Front. Nutr.* **9**, 997144 (2022).
21. Poinot, R., Vieux, F., Dubois, C. & Darmon, N. Nutritional Quality of Vegetarian and Non-Vegetarian Dishes at School: Are Nutrient Profiling Systems Sufficiently Informative? *Nutrients* **12**, 2256 (2020).
22. Wickramasinghe, K. K., Rayner, M., Goldacre, M., Townsend, N. & Scarborough, P. Contribution of healthy and unhealthy primary school meals to greenhouse gas emissions in England: Linking nutritional data and greenhouse gas emission data of diets. *Eur. J. Clin. Nutr.* **70**, 1162–1167 (2016).
23. Nicklaus, S. The role of food experiences during early childhood in food pleasure learning. *Appetite* **104**, 3–9 (2016).
24. Melendrez-Ruiz, J., Chambaron, S., Buatois, Q., Monnery-Patris, S. & Arvisenet, G. A central place for meat, but what about pulses? Studying French consumers' representations of main dish structure, using an indirect approach. *Food Res. Int.* **123**, 790–800 (2019).
25. Macdiarmid, J. I., Douglas, F. & Campbell, J. Eating like there's no tomorrow: Public awareness of the environmental impact of food and reluctance to eat less meat as part of a sustainable diet. *Appetite* **96**, 487–493 (2016).
26. Sobal, J. & Bisogni, C. A. Constructing food choice decisions. *Ann. Behav. Med.* **38**, S37–S46 (2009).
27. Savage, J. S., Fisher, J. O. & Birch, L. L. Parental influence on eating behavior: Conception to adolescence. *J Law Med Ethics* **35**, 22–34 (2007).
28. Vaughn, A. E. *et al.* Fundamental constructs in food parenting practices: A content map to guide future research. *Nutr. Rev.* **74**, 98–117 (2016).
29. Darmon, N. & Drewnowski, A. Does social class predict diet quality? *Am. J. Clin. Nutr.* **87**, 1107–17 (2008).
30. De Irala-Estevez, J. *et al.* A systematic review of socio-economic differences in food habits in Europe: consumption of fruit and vegetables. *Eur. J. Clin. Nutr.* **54**, 706–714 (2000).
31. Sawyer, A. D. M. *et al.* Dynamics of the complex food environment underlying dietary intake in low-income groups: a systems map of associations extracted from a systematic umbrella literature review. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **18**, 1–21 (2021).
32. Darmon, N. & Drewnowski, A. Contribution of food prices and diet cost to socioeconomic disparities in diet quality and health: A systematic review and analysis. *Nutr. Rev.* **73**, 643–660 (2015).
33. Pechey, R., Monsivais, P., Ng, Y. L. & Marteau, T. M. Why don't poor men eat fruit? Socioeconomic differences in motivations for fruit consumption. *Appetite* **84**, 271–279 (2015).

34. Konttinen, H., Sarlio-Lähteenkorva, S., Silventoinen, K., Männistö, S. & Haukkala, A. Socio-economic disparities in the consumption of vegetables, fruit and energy-dense foods: The role of motive priorities. *Public Health Nutr.* **16**, 873–882 (2012).
35. Cheon, B. K. & Hong, Y.-Y. Mere experience of low subjective socioeconomic status stimulates appetite and food intake. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **114**, 72–77 (2017).
36. Sim, A. Y., Lim, E. X., Forde, C. G. & Cheon, B. K. Personal relative deprivation increases self-selected portion sizes and food intake. *Appetite* **121**, 268–274 (2018).
37. Cameron, A. J. *et al.* A Review of the Relationship Between Socioeconomic Position and the Early-Life Predictors of Obesity. *Curr. Obes. Rep.* **4**, 350–362 (2015).
38. Liu, J., Rehm, C. D., Onopa, J. & Mozaffarian, D. Trends in Diet Quality among Youth in the United States, 1999–2016. *JAMA - J. Am. Med. Assoc.* **323**, 1161–1174 (2020).
39. Desbouys, L., Méjean, C., De Henauw, S. & Castetbon, K. Socio-economic and cultural disparities in diet among adolescents and young adults: A systematic review. *Public Health Nutr.* **23**, 843–860 (2020).
40. Allès, B. *et al.* Comparison of Sociodemographic and Nutritional Characteristics between Self-Reported Vegetarians, Vegans, and Meat-Eaters from the NutriNet-Santé Study. *Nutrients* **9**, 1–18 (2017).
41. Halkjær, J. *et al.* Intake of total, animal and plant proteins, and their food sources in 10 countries in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Eur. J. Clin. Nutr.* **63**, S16–S36 (2009).
42. Melendrez-Ruiz, J., Chambaron, S., Buatois, Q., Monnery-Patris, S. & Arvisenet, G. A central place for meat, but what about pulses? Studying French consumers’ representations of main dish structure, using an indirect approach. *Food Res. Int.* **123**, 790–800 (2019).
43. FranceAgriMer. *Végétariens et flexitariens en France en 2020*. (2021).
44. Mertens, E. *et al.* Dietary choices and environmental impact in four European countries. *J. Clean. Prod.* **237**, (2019).
45. ANSES. *Étude individuelle alimentaires 3 des consommations nationale (INCA 3). Rapport d’expertise collective* (2017) doi:10.4324/9781351112475.
46. Sundin, N. *et al.* Investigating goal conflicts in menu planning in Swedish school catering on the pathway to sustainable development. *Resour. Conserv. Recycl.* **190**, 106822 (2023).
47. Dubuisson, C. *et al.* Socio-economic and demographic variations in school lunch participation of French children aged 3–17 years. *Public Health Nutr.* **14**, 227–238 (2011).
48. Galloway, A. T., Watson, P., Pitama, S. & Farrow, C. V. Socioeconomic position and picky eating behavior predict disparate weight trajectories in infancy. *Front. Endocrinol. (Lausanne)*. **9**, 1–9 (2018).
49. Carruth, B. R. *et al.* The phenomenon of “picky eater”: A behavioral marker in eating patterns of toddlers. *J. Am. Coll. Nutr.* **17**, 180–186 (1998).
50. Golembiewski, E. *et al.* From Policy to Practice: Parent Perceptions of the 2010 Federal School Lunch Mandate. *J. Child Nutr. Manag.* **39**, 1–13 (2015).
51. Sohlberg, T. M. *et al.* Parent Perception of School Meals in the San Joaquin Valley during COVID-19: A Photovoice Project. *Nutrients* **15**, (2023).

52. Meier, C. L. *et al.* What Do Parents Think About School Meals? An Exploratory Study of Rural Middle School Parents' Perceptions. *J. Sch. Nurs.* **38**, 226–232 (2020).
53. Higgs, S. & Thomas, J. Social influences on eating. *Curr. Opin. Behav. Sci.* **9**, 1–6 (2016).
54. Dahmani, J., Nicklaus, S. & Marty, L. Willingness for more vegetarian meals in school canteens : Associations with family characteristics and parents' food choice motives in a French community. *Appetite* **193**, 107134 (2024).
55. UNESCO. Decision of the Intergovernmental Committee: 5.COM 6.41. <https://ich.unesco.org/en/decisions/5.COM/6.41> (2010).
56. Clark, M. A., Springmann, M., Hill, J. & Tilman, D. Multiple health and environmental impacts of foods. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **116**, 23357–23362 (2019).
57. Marmot, M. *Fair Society, Healthy Lives (The Marmot Review). Strategic Review of health inequalities in England post-2010* (2010).
58. Research Consortium for School Health and Nutrition. School Meals Case Study : France. *School Meals Coalition* 1–16 <https://researchonline.lshtm.ac.uk/id/eprint/4671091/> (2023).
59. Raftery, A. E. Bayesian Model Selection in Social Research. in *Sociological Methodology* , Vol . 25 vol. 25 111–163 (American Sociological Association, 1995).
60. ANSES. Table de composition nutritionnelle des aliments Ciqua 2020. <https://ciqua.anses.fr/> (2020).
61. ADEME. Agribalyse v3.0. <https://ecolab.ademe.fr/agribalyse> (2020).
62. Nutri-Score, S. C. of the. Update of the Nutri-Score algorithm. (2022).

Supplementary materials

Table S1. Liking scores for the 125 main dishes, from the most liked to the least liked

	Main dish	n*	Liking	SD
1	Spaghetti Bolognese with cheese	34	4.40	0.33
2	Spaghetti Bolognese with cheese	30	4.36	0.40
3	Chicken in paprika sauce and French fries	32	4.34	0.27
4	Roast chicken and pasta	34	4.32	0.32
5	Morteau sausage and potato puffs	28	4.30	0.40
6	Morteau sausage and pasta	35	4.28	0.27
7	Chicken in tomato sauce and pasta	32	4.24	0.24
8	Lentils meatballs in tomato sauce with French fries	37	4.22	0.26
9	Poached eggs in carbonara sauce with pasta	22	4.20	0.36
10	Pasta in cheese sauce	33	4.19	0.31
11	Beef stew in honey sauce and potato puffs	36	4.18	0.42
12	Fish in tomato sauce and potato puffs	30	4.17	0.35
13	Roast pork and potato puffs	22	4.17	0.77
14	Coley filet and French fries	32	4.14	0.37
15	Beef stew in spicy sauce and French fries	26	4.14	0.50
16	Sausage and rice	37	4.12	0.41
17	Poached eggs in carbonara sauce with pasta	36	4.12	0.30
18	Beef stew and potato puffs	32	4.11	0.39
19	Pasta in cheese sauce	34	4.08	0.38
20	Pasta in cheese sauce	21	4.07	0.38
21	Chicken in tomato and pepper sauce and pasta	32	4.06	0.34
22	Chicken in lemon sauce with wheat	32	4.06	0.37
23	Chicken sausage and lentils stew	24	4.05	0.34
24	Pasta in cheese sauce	32	4.04	0.24
25	Cheese croquette and red beans in tomato sauce	33	4.03	0.34
26	Pasta in cheese sauce	25	4.02	0.33
27	Mozzarella and tomatoes croquettes and mashed potatoes	29	4.01	0.42
28	Morteau sausage and cauliflower	34	4.00	0.32
29	Halibut filet in lemon sauce and pasta	31	4.00	0.38
30	Chicken meatballs and green beans	32	4.00	0.30
31	Chicken in honey sauce and spinach	26	4.00	0.42
32	Chicken leg and semolina	30	3.98	0.36
33	Red bean in tomato sauce and rice	21	3.96	0.33
34	Chicken meatballs and mixed vegetables	30	3.96	0.31
35	Chicken leg and spinach	32	3.95	0.43
36	Cheese croquette and red beans in tomato sauce	31	3.95	0.40
37	Spinach raviolis in tomato sauce	35	3.95	0.29

	Main dish	n*	Liking	SD
38	Chicken couscous	33	3.95	0.35
39	Fish and wheat bulgur	33	3.95	0.30
40	Fish and mixed vegetables	35	3.94	0.29
41	Fish in star anise sauce and mashed celeriac	35	3.91	0.39
42	Chicken meatballs and mixed vegetables	29	3.90	0.34
43	Chicken sausage and carrots	35	3.89	0.26
44	Beef stew and mixed vegetables	22	3.89	0.52
45	Beef meatballs and wheat bulgur	34	3.89	0.47
46	Beef stew in paprika sauce and mashed potatoes	33	3.88	0.41
47	Coley filet and quinoa	15	3.88	0.39
48	Veal meatballs in mushroom sauce and wheat with mixed vegetables	31	3.87	0.37
49	Cheese croquette and green beans	33	3.87	0.39
50	Fish in lemon sauce and cauliflower in cheese sauce	29	3.87	0.35
51	Chicken breast in mustard sauce and wheat	33	3.86	0.30
52	Lentils stew and rice	19	3.86	0.48
53	Vegan raviolis in tomato sauce	30	3.85	0.33
54	Fish in lemon sauce and quinoa in tomato sauce	22	3.85	0.50
55	Beef stew and French fries	8	3.84	0.34
56	Cheese croquette and carrots	36	3.84	0.30
57	Roast pork in thyme sauce and mixed vegetables	32	3.84	0.33
58	Pollock filet and pasta	24	3.83	0.32
59	Chicken breast in mushroom sauce and pumpkin pastry	30	3.82	0.43
60	Pollock filet in sorrel sauce and mixed vegetables	33	3.82	0.37
61	Potatoes and bacon gratin	33	3.81	0.46
62	Cheese croquette and courgette pastry	31	3.81	0.37
63	Fish filet and quinoa	29	3.80	0.37
64	Chicken meatballs and spinach	26	3.80	0.39
65	Mixed cereals and courgette pastry	24	3.80	0.65
66	Chicken in creamy sauce and mixed Mediterranean vegetables	24	3.79	0.46
67	Pollock filet in star anise sauce and carrots	31	3.79	0.45
68	Coley filet in coconut milk sauce and mixed vegetables	19	3.78	0.38
69	Halibut filet in lemon sauce and ratatouille	34	3.78	0.40
70	Roast beef and quinoa	28	3.78	0.39
71	Chicken in tomato sauce and green beans	32	3.78	0.31
72	Chicken in tomato and pepper sauce and mixed vegetables	35	3.77	0.33
73	Chicken sausage and mixed vegetables	31	3.76	0.32
74	Poached eggs in chicken sauce and mashed potatoes	31	3.76	0.35
75	Pollock filet in creamy sauce and mixed cereals	35	3.76	0.45
76	Cheese croquette and mixed vegetables	33	3.75	0.43
77	Coley filet in tomato sauce and green beans	34	3.74	0.31

	Main dish	n*	Liking	SD
78	Spinach and ricotta cannelloni pasta bake in creamy sauce	28	3.74	0.35
79	Poached eggs in carbonara sauce and broccoli	31	3.73	0.37
80	Fish filet with lemon and mixed vegetables	26	3.73	0.47
81	Pollock filet in star anise sauce and carrots	31	3.72	0.41
82	Roast beef and wheat bulgur	30	3.72	0.36
83	Halibut in cream cheese sauce and rice	35	3.71	0.44
84	Lentils meatballs and rice	33	3.71	0.30
85	Chicken leg and cauliflower	36	3.70	0.29
86	Cheese croquette and courgettes with tomatoes	25	3.69	0.60
87	Roast beef and lentils stew	34	3.69	0.42
88	Veal meatballs in mushroom sauce and spinach	31	3.68	0.29
89	Seafood casserole and green beans	33	3.68	0.31
90	Chicken in tomato and pepper sauce and broccoli	25	3.68	0.49
91	Beef stew and mixed cereals	31	3.67	0.41
92	Roast pork in cream cheese sauce and mashed pumpkin	28	3.67	0.31
93	Cheese croquette and spinach	32	3.66	0.39
94	Coley filet in tomato sauce and carrots	34	3.65	0.42
95	Pollock filet in sorrel sauce and carrots	30	3.65	0.43
96	Chicken in creamy sauce and broccoli	34	3.64	0.41
97	Chicken sausage and quinoa	33	3.64	0.41
98	Coley filet in tomato sauce and carrots	25	3.64	0.45
99	Coley filet in tomato sauce and ratatouille	22	3.63	0.52
100	Beef stew and broccoli	6	3.62	0.34
101	Beef stew and mixed vegetables	32	3.61	0.41
102	Chicken sausage and carrots	29	3.60	0.41
103	Cod filet in sorrel sauce and mixed vegetables with pasta	33	3.60	0.45
104	Chicken leg in mushroom sauce and quinoa	32	3.59	0.38
105	Fish dumpling and spinach	34	3.59	0.36
106	Chicken in tomato and pepper sauce and spinach	32	3.58	0.35
107	Beef stew and carrots	33	3.58	0.31
108	Chickpeas patties in tomato sauce and wheat bulgur	33	3.56	0.42
109	Chickpeas patties in curry sauce and broccoli	32	3.56	0.33
110	Chicken sausage and green beans	32	3.55	0.41
111	Pollock filet in cheese and garlic sauce and mixed vegetables with pasta	26	3.54	0.40
112	Pollock filet in saffron sauce and mashed sweet potatoes	30	3.54	0.39
113	Roast beef, ketchup and mixed vegetables	37	3.54	0.41
114	Beans meatballs in curry sauce and green beans	32	3.51	0.57
115	Omelette and red lentils in coconut milk sauce	35	3.49	0.41
116	Omelette and green cabbage	29	3.47	0.34
117	Roast pork and red beans in tomato sauce	20	3.46	0.46

	Main dish	n*	Liking	SD
118	Fish croquette and salsifies	33	3.44	0.37
119	Grilled ham and green cabbage	34	3.43	0.43
120	Beef stew in spicy sauce and mixed vegetables	31	3.43	0.41
121	Roast beef and courgette gratin	30	3.41	0.40
122	Omelette and green cabbage	31	3.38	0.37
123	Grilled ham and salsifies	32	3.30	0.45
124	Pollock filet and mixed vegetables with pasta	32	3.29	0.36
125	Lentils patties in curry sauce and cauliflower	33	3.22	0.48

In red: beef-based dishes, in pink: pork or poultry-based dishes, in blue: fish-based dishes, in yellow: eggs or cheese-based dishes, in green: vegan dishes. *n indicates the number of schools used for calculation.

Table S2. Liking scores for vegetarian and non-vegetarian meals, protein dish categories and side dish categories, least square means multiple comparisons for sensitivity analyses (n=4,365)

Main dish type ¹	
Non-vegetarian	3.89 [3.83; 3.94] a
Vegetarian	3.87 [3.83; 3.94] a
Protein dish category ²	
Beef-based	3.81 [3.73; 3.90] bc
Pork- or poultry-based	3.94 [3.86; 4.02] a
Fish-based	3.85 [3.76; 3.93] b
Eggs- or cheese-based	3.95 [3.86; 4.03] a
Vegan	3.75 [3.65; 3.85] c
Side dish category ²	
Starches	3.91 [3.83; 3.98] b
Fries	4.15 [4.05; 4.25] a
Vegetables	3.66 [3.58; 3.73] c
Pulses	3.72 [3.61; 3.84] c

¹Values are least squares means and 95%[LCL; UCL], values with the same letter are not statistically different, p<0.05. ²Values are least squares means and 99.5%[LCL; UCL], values with the same letter are not statistically different, p<0.005

Table S3. Liking scores for vegetarian and non-vegetarian meals, protein dish categories and side dish categories at different meal prices, least square means multiple comparisons (n=3,766)

	Meal price				
	Obs. Min. 1.34€	Q1 2.32€	Median 2.93€	Q3 3.49€	Obs. Max. 4.32€
Main dish type¹					
Non-vegetarian	4.00 [3.90; 4.10] a	3.94 [3.88; 4.00] a	3.90 [3.85; 3.95] a	3.86 [3.80; 3.93] a	3.81 [3.71; 3.91] a
Vegetarian	4.04 [3.93; 4.15] a	3.94 [3.88; 4.01] a	3.88 [3.83; 3.93] a	3.82 [3.76; 3.89] b	3.74 [3.63; 3.85] b
Protein dish category²					
Beef-based	3.88 [3.72; 4.06] b	3.86 [3.76; 3.96] cd	3.84 [3.76; 3.92] b	3.83 [3.72; 3.93] ab	3.80 [3.63; 3.97] b
Pork- or poultry-based	3.99 [3.83; 4.15] ab	3.97 [3.88; 4.06] ab	3.95 [3.88; 4.02] a	3.94 [3.85; 4.04] a	3.93 [3.77; 4.08] a
Fish-based	4.01 [3.84; 4.18] ab	3.92 [3.82; 4.01] bc	3.86 [3.78; 3.94] b	3.80 [3.70; 3.90] b	3.72 [3.56; 3.89] bc
Eggs- or cheese-based	4.08 [3.91; 4.25] a	4.00 [3.91; 4.10] a	3.95 [3.87; 4.03] a	3.91 [3.80; 4.01] a	3.84 [3.67; 4.00] ab
Vegan	3.90 [3.70; 4.11] b	3.80 [3.68; 3.91] d	3.73 [3.64; 3.83] c	3.67 [3.55; 3.79] c	3.58 [3.39; 3.78] c
Side dish category²					
Starches	4.01 [3.86; 4.16] b	3.95 [3.86; 4.03] b	3.91 [3.84; 3.98] b	3.87 [3.78; 3.96] b	3.82 [3.67; 3.97] b
Fries	4.23 [4.03; 4.43] a	4.21 [4.09; 4.32] a	4.19 [4.10; 4.28] a	4.18 [4.06; 4.29] a	4.15 [3.96; 4.35] a
Vegetables	3.82 [3.67; 3.97] c	3.72 [3.64; 3.80] c	3.65 [3.58; 3.72] c	3.59 [3.51; 3.68] c	3.51 [3.36; 3.65] c
Pulses	3.83 [3.60; 4.07] bc	3.76 [3.63; 3.89] c	3.72 [3.61; 3.82] c	3.68 [3.54; 3.81] c	3.62 [3.39; 3.84] c

¹Values are least squares means and 95%[LCL; UCL], values with the same letter are not statistically different, $p < 0.05$. ²Values are least squares means and 99.5%[LCL; UCL], values with the same letter are not statistically different, $p < 0.00$

Table S4. Liking scores for vegetarian and non-vegetarian meals, protein dish categories and side dish categories at different meal prices, least square means multiple comparisons for sensitivity analyses (n=4,365)

	Meal price				
	Obs. Min. 1.34€	Q1 2.32€	Median 2.93€	Q3 3.49€	Obs. Max. 4.32€
Main dish type¹					
Non-vegetarian	4.00 [3.89; 4.10] a	3.93 [3.87; 3.98] a	3.88 [3.83; 3.93] a	3.84 [3.78; 3.90] a	3.77 [3.68; 3.87] a
Vegetarian	4.05 [3.94; 4.16] a	3.94 [3.88; 4.01] a	3.88 [3.82; 3.93] a	3.82 [3.75; 3.89] a	3.73 [3.62; 3.84] a
Protein dish category²					
Beef-based	3.88 [3.71; 4.06] b	3.84 [3.74; 3.94] c	3.81 [3.73; 3.89] bc	3.79 [3.68; 3.89] ab	3.75 [3.58; 3.92] b
Pork- or poultry-based	3.98 [3.81; 4.14] ab	3.95 [3.86; 4.04] ab	3.94 [3.87; 4.02] a	3.93 [3.83; 4.03] a	3.97 [3.75; 4.07] a
Fish-based	3.98 [3.81; 4.15] ab	3.89 [3.80; 3.99] bc	3.84 [3.76; 3.92] b	3.79 [3.69; 3.89] b	3.72 [3.55; 3.88] bc
Eggs- or cheese-based	4.09 [3.89; 4.24] a	3.99 [3.89; 4.09] a	3.94 [3.86; 4.02] a	3.90 [3.79; 4.00] a	3.83 [3.67; 4.00] ab
Vegan	3.91 [3.70; 4.11] ab	3.81 [3.69; 3.92] c	3.74 [3.64; 3.84] c	3.68 [3.56; 3.81] c	3.60 [3.40; 3.80] c
Side dish category²					
Starches	4.02 [3.87; 4.17] ab	3.95 [3.86; 4.03] b	3.90 [3.83; 3.97] b	3.86 [3.77; 3.95] b	3.80 [3.65; 3.94] b
Fries	4.16 [3.95; 4.36] a	4.16 [4.04; 4.27] a	4.16 [4.06; 4.25] a	4.16 [4.03; 4.28] a	4.16 [3.95; 4.36] a
Vegetables	3.84 [3.69; 3.99] c	3.72 [3.64; 3.80] c	3.65 [3.58; 3.72] c	3.58 [3.49; 3.67] c	3.48 [3.33; 3.63] c
Pulses	3.83 [3.60; 4.07] bc	3.76 [3.63; 3.90] c	3.72 [3.61; 3.83] c	3.68 [3.53; 3.82] c	3.61 [3.38; 3.85] c

¹Values are least squares means and 95%[LCL; UCL], values with the same letter are not statistically different, $p < 0.05$. ²Values are least squares means and 99.5%[LCL; UCL], values with the same letter are not statistically different, $p < 0.005$. **In red:** comparisons differing from main analyses.

Willingness for more vegetarian meals in school canteens: Associations with family characteristics and parents' food choice motives in a French community

Version post-print

Justine Dahmani, Sophie Nicklaus, Lucile Marty

Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, CNRS, INRAE, Institut Agro, Université de Bourgogne Franche-Comté, F-21000 Dijon, France.

Keywords: school meals, vegetarian, children, parents, sociodemographic characteristics, food choice motives

Abstract

The school meal system could contribute to the transition towards more sustainable food system by promoting plant-based meals. Knowing whether parents want more vegetarian school meals for their children is a prerequisite for a successful implementation. The present study aimed to estimate the proportion of parents who would opt for more vegetarian school meals for their children and to study associations of willingness with family characteristics and food choice motives. An online survey was sent to parents whose children are registered for school canteen in Dijon (France). We collected child-level information, data on family sociodemographic characteristics, and data on dietary habits and food choice motives of the family. We examined family characteristics associated with the willingness to increase the frequency of vegetarian school meals from one meal per week to two or daily. Generalized linear models were performed. In total, 49% of parents were willing to opt for a second weekly vegetarian meal and 26% for a daily vegetarian meal for their children ($n = 1261$). Parents willing to opt for more vegetarian meal were more likely to have higher education, be flexitarian or vegetarian and to currently opt for pork-free meals for their children, and their children were less likely to attend the school canteen. Environmental motives were positively associated with the willing to opt for a second weekly vegetarian meal; familiarity and sensory appeal motives were negatively associated. Health and animal welfare motives were positively associated with the willing to opt for a daily vegetarian meal and sensory appeal was negatively associated. Increasing the frequency of vegetarian school meals would satisfy a demand expressed by parents but must be accompanied by interventions enhancing pleasure of eating vegetarian meals.

1. Introduction

The rise of noncommunicable diseases (e.g., obesity, diabetes and cardiovascular diseases) as well as environmental threats (e.g., global warming, atmospheric pollution, water pollution and deforestation) requires the identification of dietary changes that will improve nutritional quality and reduce the environmental impact of diets (Clark et al., 2019; Willett et al., 2019). One of the dietary changes with the highest potential to help mitigate climate change and biodiversity loss and respond to health challenges is favouring plant- over animal-sourced food products by consuming more vegetables, fruits, whole grains, legumes, nuts, unsaturated oil and less red and processed meat (Lucas & Horton, 2019; Serra-Majem et al., 2020; Willett et al., 2019). This dietary transition towards meat reduction would enable to move toward healthier diets (Dussiot et al., 2022) but also would be associated to a better adherence to French dietary guidelines (Allès et al., 2017).

Childhood is a critical period for the adoption of healthy and sustainable eating behaviours (Haines et al., 2019; Schwartz et al., 2011) as eating habits acquired in childhood may persist into adulthood (Mikkilä et al., 2005; Nicklaus et al., 2005). There are many opportunities to contribute to food literacy across childhood (Ares et al., 2023). In particular, the school meal system could contribute to these sustainable food transitions by promoting plant-based meals in school canteens (Pohjolainen et al., 2015; Roque et al., 2022). Several initiatives, such as “Veggie Thursday” in Germany and Belgium (De Keyser et al., 2012), low-carbon meals in Spain (Batlle-Bayer et al., 2021) and sustainable school programs in Brazil (Kluczkowski et al., 2022), have shown that it is possible to reduce the environmental impacts of school catering through increased plant-based meals.

Vegetarian meals play a pivotal role in French school meal policies towards a more sustainable food offer. The municipalities are in charge of school meals and provide a unique menu for the children each day. Since 2018, national regulation (EGalim law) has mandated that school canteens serve a weekly vegetarian meal (i.e., without meat or fish), in addition to previous regulations imposing nutritional composition guidelines. In 2021, the Climate and Resilience law amended the objectives of the EGalim law by encouraging more vegetarian meals in school canteens, even daily. In this context, some municipalities considered increasing the frequency of vegetarian school meals beyond a weekly vegetarian meal after the public health authority provided a favourable opinion in terms of adequacy for children’s nutritional needs (ANSES, 2021). In the scientific literature, detailed analyses of the composition of school meals confirmed the similar nutritional quality and lower carbon footprint of vegetarian school meals compared to nonvegetarian school meals (Dahmani et al., 2022a; Poinot et al., 2022), and no significant differences in children’s liking for vegetarian and nonvegetarian meals were found in Dijon’s school canteens (Dahmani et al., 2022b). In this context, the school catering

service of Dijon considered offering parents the option to increase the frequency of vegetarian meals for their children from one to two meals per week or daily.

However, whether parents are willing to opt for more vegetarian school meals for their children remains a blind spot despite being a prerequisite for successful implementation (Cullerton et al., 2018; Graça et al., 2022; Meier et al., 2022). Although flexitarian diets are slowly but consistently increasing in various countries (Dagevos, 2021) and many people consider meat reduction to be part of a healthy and sustainable diet (de Boer & Aiking, 2022), a large proportion of individuals are not particularly willing to decrease their meat consumption (Dagevos, 2021; Verain & Dagevos, 2022). For many people, meat still has important social significance as an essential part of a meal, and its avoidance can be regarded as a lifestyle decision (Cheah et al., 2020). This context raises questions about the acceptability of increasing frequency of vegetarian meals in school canteens by parents in France. In this country, meat still has a central place in the composition of a meal (GEMRCN, 2011; Melendrez-Ruiz et al., 2019), and parents may believe that meat has nutritional importance for a balanced diet for their children, as shown in other countries (Erhardt & Olsen, 2021). In previous studies, differences in terms of sociodemographic characteristics and food choice motives have been found between vegetarian and omnivorous adults. Compared with omnivorous, vegetarians were more likely to have a higher educational level, to be women, younger and to be self-employed or never employed rather than being managerial staff (Allès et al., 2017). Regarding food choice motives, vegetarians scored higher in ethical concern, health, convenience and price factors, and omnivorous responded higher in sensory appeal and weight control (Kim et al., 2022). The reasons for eating meat relate to cravings, taste, concerns for nutrition (Kemper, 2020) and also habits and how the person was brought up (Mullee et al., 2017). These motives are important to capture because it seems to exist a relationship between the food choices that the parents make for themselves and their children at home and what they recommend for their children at school (Pagliarino et al., 2021).

In this context, it is important to identify which groups of parents might be more or less likely to opt for more vegetarian meals for their children to better initiate and promote a transition towards less animal-based products in school meals. The present study focuses on the school catering of Dijon (FR). It aimed to estimate the proportion of parents who would like to opt for more vegetarian school meals for their children, either for a second weekly or a daily vegetarian meal, and to study the associations of willingness with family characteristics and parents' food choice motives. Based on the average proportion of flexitarian and vegetarian adults in France (24% and 2.2%, respectively) (FranceAgriMer, 2021), which was the only source of information available at the time of the survey, we predicted that approximatively 25% percent of parents would opt for a second weekly vegetarian school meal and approximatively 2% would opt for a daily vegetarian school meal for their children.

We hypothesized that families who were willing or not willing to increase the frequency of vegetarian school meals for their children would differ in sociodemographic characteristics, dietary habits and food choice motives.

2. Methods

2.1 The school catering service

In Dijon, the school meals are provided by a central kitchen which prepares meals for all the children attending preschools and primary schools. Every day, one fixed menu is served to all the children (i.e., no choice is provided). Parents and children have access to the menus by different ways: a display in front of the school, on the Dijon's catering service webpage or on a mobile application. Every year, families have to register their children for a regular meal or a pork-free meal alternative. Parents can decide about attendance (or not) of their children for a given day up to three days in advance. Since 2017, one vegetarian meal has been served every week for all the children. Starting January 2023, the school catering considered offering parents the option to increase the frequency of vegetarian meals for their children from one to two meals per week or to a daily option.

2.2 Data collection

An online survey was used for data collection (Lime Survey platform). All parents with at least one child registered for school catering in Dijon (preschool or elementary school located within the urban perimeter) were sent the survey link on their phone ($n = 6,789$ phone numbers) via text messages from Dijon's communication department. Eligible participants were parents who had certified aged over 18 years old with at least one child registered for school catering in Dijon at the time of the study. Parents were advised that only one response per child was required (i.e., only one parent of the same child could answer). Parents were informed that the aim of the study was to assess their willingness for more vegetarian meals for their children in Dijon school canteens. They were informed that their participation was voluntary and asked to provide informed consent for data collection. The Research Ethics Committee from Bourgogne-Franche-Comté University provided ethical approval for this study (CERUBFC-2022-06-02-022), and the Data Protection Officer from CNRS ensured compliance of the data collection procedure with the European General Data Protection Regulation (registration number 2-22197). The study protocol was preregistered before data collection (<https://osf.io/x76dt>). The online questionnaire took five minutes to complete, and the participants were not compensated for their time. Data collection lasted one month, from October 1st to October 31st, 2022, and three text message reminders were sent to the parents during this period.

2.3 Measures

The online survey was divided into three sections: 1) willingness to opt for more vegetarian meals in addition to the current weekly vegetarian meal for each child and child-level information (the following definition of a vegetarian meal was provided: “meals without meat or fish”), 2) family sociodemographic characteristics, and 3) family dietary habits and food choice motives (optional questions). The full questionnaires are available in French on the OSF project page (<https://osf.io/9gu2v/>).

In Section 1, we collected the following information by asking parents to provide one answer per child: willingness to opt for a second weekly vegetarian meal (yes, no, I don’t know), willingness to opt for a vegetarian meal every day (yes, no, I don’t know), school level (5 levels), gender, weekly school canteen attendance (<1, 2, 3, 4 or 5 days per week), and current choice for regular or pork-free meals (for religious reasons). Parents with several children registered for school catering answered these questions for each of their children.

In Section 2, we recorded the following sociodemographic information at the family level: parent’s age and gender (respondent only), familial situation (living alone, with a partner), number of children at home, education level (the highest degree obtained among eight categories) for both parents and occupation level (eight categories as defined and used by Insee) for both parents. The level of education was then grouped into three categories: low (< high school), medium (between high school and high school + 2 years) and high (> high school + 2 years). Occupation level was also grouped into three categories: low (unemployed, student, retired), medium (employee, manual worker, technician) and high (executive, top management). For both variables, the highest category among both parents was used in the analyses.

In Section 3, we recorded dietary habits for adults and children (omnivorous, flexitarian, pesco-vegetarian, lacto-ovo-vegetarian or vegan diet) and household food choice motives. A definition was provided for each dietary pattern. To assess food choice motives, we used a French adapted version of the validated single-item Food Choice Questionnaire (Onwezen et al., 2019) with single-item translations derived from a previous validated French adaptation of the multi-item Food Choice Questionnaire (Cottet et al., 2017; Marty et al., 2021). The version used included 10 items assessing the importance of the following household food choice motives: health, mood, convenience, sensory appeal (taste and texture), natural content, price, familiarity, environment, animal welfare and fair trade. The questions were framed as “It is important to me that the food we eat at home is...”; answers were given on a seven-point scale from 1 (Not important at all) to 7 (Very important).

2.1 Outcomes

The primary outcome was a 2-level variable depicting the willingness to opt for a second weekly vegetarian meal (1: yes, 0: no or I don't know) for each child. The secondary outcome was a 3-level variable depicting the willingness to opt for one or more vegetarian meals per week: "yes" for a vegetarian meal every day (level 1); "no or I don't know" for a vegetarian meal every day and "yes" for a second weekly vegetarian meal (level 2); and "no or I don't know" for a vegetarian meal every day and for a second weekly vegetarian meal (level 3).

2.2 Statistical analysis

The hypotheses were specified before the data were collected, and we followed an analytic plan that was preregistered before data collection (<https://osf.io/x76dt>). Responses with no answer or incomplete answers for outcome variables were excluded from the analyses. Responses with missing data on other variables were treated using pairwise deletion (i.e., a participant with missing data on a given variable was only excluded from the analyses involving this variable).

To examine children and family characteristics associated with the willingness for a second weekly vegetarian meal, we used three generalized linear models with a binomial distribution and logit link on the primary outcome (2-level variable) with (1) children's and parents' sociodemographic characteristics as independent variables: responding parent's age and gender, familial situation, parents' levels of education, child's gender and school level, frequency of school canteen attendance per week, regular or pork-free meal choices; (2) parents' dietary habits as the independent variable and children's and parents' sociodemographic variables as control variables; and (3) the 10 food choice motive scores as independent variables and all children's and parents' sociodemographic variables as control variables. In all these models, we tested the probability of being willing to opt for a second weekly vegetarian meal against responding "no/I don't know" and reported related odds ratios.

In secondary analyses, we aimed to further analyse the differences between families with contrasting levels of willingness to increase the frequency of vegetarian school meals: daily meals, a second weekly meal or no increase. We replicated the three above models on the secondary outcome (3-level variable) with a multinomial distribution and logit link. For all of these models, the response "no or I don't know" for a vegetarian meal every day and for a second weekly vegetarian meal (level 3) served as a reference, and we tested the comparisons as follows and reported related odds ratios: "yes" for a vegetarian meal every day (level 1 against level 3) and "yes" for a second weekly vegetarian meal (level 2 against level 3).

For all of the models described above, we examined if the inclusion of a random effect of family (accounting for correlation between data for several children from the same family) improved the model fit over a model without its inclusion (AIC/BIC criteria) – as preregistered. We retained models without random effect as model fit was not consistently improved with the inclusion of the random effect. Contrary to what has been preregistered, parents' occupation levels were removed from Model 1 as they were strongly associated with parents' education levels ($p < 0.001$, Chi-square test), and children's dietary habits were removed from Model 2 as they were strongly associated with parents' dietary habits ($p < 0.001$, Chi-square test). Sensitivity analyses were conducted for the three models excluding the "I don't know" answers. Model 1 was replicated by replacing the highest parental education levels with the highest parental occupation levels as an additional sensitivity analysis (not preregistered).

All statistical analyses were performed using SAS version 9.4 (SAS Institute, Inc., 2012 SAS® 9.4. Cary, NC), and the level of significance was set at 5%.

2.3 Sample size calculation

Based on the total population size (approximately 6,800 parents who registered their children in school canteens), we determined the minimum sample size to estimate the percentage of parents who would choose a second weekly vegetarian meal with a margin of error of 5% at a confidence level of 95% and an estimated probability of choosing a second weekly vegetarian meal of 25%. The minimum sample size was 364 respondents, but we accepted all additional responses. The sociodemographic characteristics of the parents in the sample were compared to available data regarding the whole population of parents with children registered for Dijon school catering (i.e., school level, meal choice, familial situation, number of children at home and occupational category).

3. Results

3.1 Participants

Among the 6,789 parents who were sent the survey link, 909 completed Section 1 and Section 2 (for 1261 children), and 668 also completed optional Section 3 (for 921 children). The detailed survey flow is shown in **Supplementary Figure S1**. Participants' characteristics are presented in **Table 1**. There were almost as many girls (51%) as boys (49%), and 60% of the children were in elementary school (approx. 6 to 11 years old). On average, over 5 school days, the children used the canteen between 3 and 4 times a week, and 30% were registered for pork-free meals. Respondents were mostly women (80%), the mean age was 38.7 years (SD = 5.8) and 78% of them lived with a partner. Parents had an average of 2 children at home, and the majority had a level of education higher than a high school diploma +2 years and a medium occupation level. Regarding dietary habits, 57% of parents declared themselves omnivorous (59% for their children), 38% declared themselves as flexitarian (36% for their children) and 5% declared themselves as vegetarian (same for their children). For all parents, the most important criteria for household food choices were sensory appeal (6.41 SD = 0.92) and health benefits (6.40 SD = 0.92). Parents with a low occupation level were underrepresented in the present sample (5% vs. 27%), while parents with a high occupation level were overrepresented (44% vs. 20%) (see **Supplementary Table S1**).

Table 1. Participants' characteristics

	N	Mean (SD) or frequency (%)
Child's gender, frequency (%)	1261	
<i>Female</i>		644 (51)
<i>Male and other¹</i>		617 (49)
School level, frequency (%)	1261	
<i>Preschool</i>		507 (40)
<i>Elementary school</i>		730 (58)
<i>Other¹</i>		24 (2)
School canteen attendance frequency (number/week), mean (SD)	1261	3.7 (1.1)
Meal choice, frequency (%)	1261	
<i>Regular</i>		873 (69)
<i>Pork-free</i>		373 (30)
<i>Other¹</i>		15 (1)
Respondent parent's gender, frequency (%)	908 ²	
<i>Female</i>		726 (80)
<i>Male and other¹</i>		182 (20)
Parent's age (years), mean (SD)	878 ²	38.7 (5.8)
Familial situation, frequency (%)	909	
<i>Living with a partner</i>		705 (77)
<i>Living alone and other¹</i>		204 (23)
Number of children at home, mean (SD)	907 ²	1.9 (0.8)
Number of children registered in the school canteen, mean (SD)	909	1.4 (0.6)
Level of education, frequency (%)	908 ²	
<i>Low</i>		113 (12)
<i>Medium</i>		298 (33)
<i>High</i>		497 (55)
Level of occupation, frequency (%)	909	
<i>Low</i>		45 (5)
<i>Medium</i>		462 (51)
<i>High</i>		402 (44)
Parents' dietary habits, frequency (%)	668	
<i>Omnivorous</i>		379 (57)
<i>Flexitarian</i>		253 (38)
<i>Vegetarian³</i>		36 (5)
Children's dietary habits, frequency (%)	668	
<i>Omnivorous</i>		395 (59)
<i>Flexitarian</i>		239 (36)
<i>Vegetarian³</i>		34 (5)
Food choice motives, mean (SD)	668	
<i>Sensory appeal</i>		6.41 (0.92)
<i>Health</i>		6.40 (0.92)
<i>Natural content</i>		5.92 (1.31)
<i>Environment</i>		5.62 (1.39)
<i>Animal welfare</i>		5.45 (1.53)
<i>Mood</i>		4.44 (1.76)
<i>Fair trade</i>		4.35 (1.71)
<i>Convenience</i>		4.26 (1.70)
<i>Familiarity</i>		4.26 (1.68)
<i>Price</i>		4.06 (1.59)

¹ Due to very small numbers of individuals in "other" categories, they were not included in further analyses. ² Discrepancy due to missing values or incorrect answers. ³ The vegetarian group includes pesco-vegetarian, lacto-ovo-vegetarian and vegan individuals.

3.2 Characteristics associated with willingness to opt for a second weekly vegetarian school meal

A total of 49% (95% CI [46%;52%]) of the parents answered “yes” for their children (n = 1261) to receive a second weekly vegetarian meal. As shown in **Table 2**, children receiving pork-free meals, those with less frequent school canteen attendance, and those with parents with a higher level of education were more likely to have parents who were willing to opt for a second weekly vegetarian meal for them (Model 1). Regarding family dietary habits, parents who were vegetarian or flexitarian compared to those who were omnivorous were more likely to opt for a second weekly vegetarian meal for their children (Model 2). Concerning food choice motives (for household), parents for whom the environment motive was higher were more likely to opt for a second vegetarian meal for their child, while parents for whom the sensory appeal and familiarity motives were higher were less likely to opt for a second vegetarian meal for their child (Model 3).

In sensitivity analyses excluding “I don’t know” answers (n = 209), the pattern of results remained the same except school canteen attendance frequency was no longer significant, and health motives were positively associated with opting for a second weekly vegetarian meal (see **Supplementary Table S2**). Additional sensitivity analyses were conducted by replacing the level of education with the level of occupation in the three primary models. Consistent with the results for education level, parents with a medium occupational category were less willing to opt for a second weekly vegetarian meal for their children than parents with a high occupational category (0.44 (95% CI [0.33;0.58]; see **Supplementary Table S3**).

Table 2. Characteristics associated with the willingness to opt for a second weekly vegetarian meal

Models		Odds ratio ²	95% confidence interval
Model 1: Sociodemographic characteristics¹ (n=1175)			
<i>Child's gender</i>	Female vs. Male	0.99	(0.77-1.27)
<i>School level</i>	Elementary school vs. Preschool	0.91	(0.69-1.20)
<i>School canteen attendance frequency (3 times/week)</i>		0.82	(0.72-0.94)
<i>Meal choice</i>	Pork-free vs. Regular	8.31	(5.81-11.88)
<i>Parent's gender</i>	Female vs. Male	1.15	(0.83-1.60)
<i>Parent's age (38 years old)</i>		1.00	(0.97-1.03)
<i>Familial situation</i>	Living with a partner vs. Alone	1.36	(0.95-1.94)
<i>Number of children registered in the school canteen (2)</i>		0.98	(0.83-1.16)
	Low vs. Medium	0.54	(0.33-0.87)
<i>Level of education</i>	Low vs. High	0.26	(0.16-0.42)
	Medium vs. High	0.48	(0.35-0.66)
Model 2: Adults' dietary habits³ (n=870)			
	Flexitarian vs. Omnivorous	4.91	(3.51-6.87)
	Vegetarian vs. Omnivorous	27.58	(6.28-121.12)
	Vegetarian vs. Flexitarian	5.62	(1.27-24.90)
Model 3: Food choice motives⁴ (n=870)			
<i>Sensory appeal (6.4)</i>		0.73	(0.60-0.89)
<i>Health (6.4)</i>		1.23	(0.99-1.53)
<i>Natural content (5.9)</i>		0.97	(0.81-1.14)
<i>Environment (5.6)</i>		1.38	(1.17-1.63)
<i>Animal welfare (5.4)</i>		1.06	(0.93-1.22)
<i>Mood (4.4)</i>		1.00	(0.91-1.11)
<i>Fair trade (4.3)</i>		1.10	(0.97-1.23)
<i>Convenience (4.2)</i>		0.92	(0.82-1.02)
<i>Familiarity (4.3)</i>		0.83	(0.75-0.92)
<i>Price (4.0)</i>		0.93	(0.83-1.05)

¹Parents' and children's sociodemographic variables as independent variables. ²The modelled probability was the willingness to opt for a second weekly vegetarian meal ("yes" against "no/I don't know"). Significant odds ratio at an alpha = 5% are shown in bold. For quantitative variables (school canteen attendance frequency, parent's age, number of children registered in the school canteen and food choice motives), the reference was the mean indicated in brackets and the odds ratio was calculated at mean+1. ³Adults' dietary habits as independent variables and all parents' and children's sociodemographic variables as control variables. The vegetarian group included pesco-vegetarian, lacto-ovo-vegetarian and vegan individuals. ⁴Food choice motives as independent variables and all parents' and children's sociodemographic variables as control variables.

3.3 Characteristics associated with the willingness to opt for more vegetarian school meals for children

To further examine the differences between families with contrasting levels of willingness to increase the frequency of vegetarian school meals, we analysed a 3-level variable: parents responding "yes" for a daily vegetarian meal (331 children, 26%) (level 1); those responding "no or I don't know" for a vegetarian meal every day and "yes" for a second weekly vegetarian meal (300 children, 24%) (level 2); and those responding "no or I don't know" for a vegetarian meal every day and for a second weekly vegetarian meal (630 children, 50%) (level 3).

As reported in **Table 3**, we found that choosing pork-free meals was a strong predictor of the willingness to increase the frequency of vegetarian school meals, both for a daily option and for a second weekly option compared to no increase. A lower frequency of school canteen attendance specifically predicted the willingness for a daily option compared to no increase, suggesting that the

lack of a daily vegetarian option was a barrier to using the school canteen for some families. Overall, the results regarding level of education suggest that the most educated parents were the most likely to opt for an increase in vegetarian meal frequency, especially for a second weekly option but also for a daily option. Parents with plant-based dietary habits (i.e., vegetarian or flexitarian) were more likely to opt for an increase in vegetarian meal frequency for their children, either for a second weekly option or a daily option.

Food choice motives that predicted willingness for a daily or second weekly vegetarian meal compared to no increase differed, with the only similarity being that parents who were more motivated by sensory appeal for household food choices were less likely to opt for either a daily or second weekly vegetarian meal for their children. Parents for whom health and animal welfare motive were higher were more likely to opt for a daily vegetarian meal for their children, whereas parents for whom environment motive was higher and familiarity was lower were more likely to opt for a second weekly vegetarian meal for their children.

Table 3. Characteristics associated with more vegetarian school meals for children

		1 vs. 3 ²		2 vs. 3 ²	
Model 1: Sociodemographic characteristics¹ (n=1175)		Odds ratio	95% confidence interval	Odds ratio	95% confidence interval
<i>Child's gender</i>	Female vs. Male	1.01	(0.71-1.45)	0.92	(0.68-1.23)
<i>School level</i>	Elementary school vs. Preschool	0.80	(0.54-1.17)	0.98	(0.70-1.35)
<i>School canteen attendance (3 times/week)</i>		0.71	(0.60-0.83)	1.01	(0.85-1.19)
<i>Meal choice</i>	Pork-free vs. Regular	22.96	(15.00-35.16)	2.39	(1.52-3.76)
<i>Parent's gender</i>	Female vs. Male	0.97	(0.62-1.53)	1.16	(0.80-1.68)
<i>Parent's age (38 years old)</i>		0.99	(0.95-1.02)	1.03	(0.10-1.05)
<i>Familial situation</i>	Living with a partner vs. Alone	1.02	(0.99-1.05)	1.15	(0.78-1.70)
<i>Number of children registered in the school canteen (2)</i>		1.03	(0.83-1.27)	0.88	(0.72-1.08)
<i>Level of education</i>	Low vs. Medium	0.38	(0.21-0.69)	0.84	(0.46-1.55)
	Low vs. High	0.30	(0.16-0.56)	0.31	(0.18-0.56)
	Medium vs. High	0.80	(0.53-1.21)	0.37	(0.25-0.55)
Model 2: Adults' dietary habits³ (n=870)					
	Flexitarian vs. Omnivorous	11.00	(6.40-18.93)	3.71	(2.57-5.35)
	Vegetarian vs. Omnivorous	341.1	(40.73->999.9)	17.13	(2.03-144.78)
	Vegetarian vs. Flexitarian	31.00	(3.79-253.52)	4.61	(0.54-39.22)
Model 4: Food choice motives⁴ (n=870)					
<i>Sensory appeal (6.4)</i>		0.64	(0.48-0.84)	0.75	(0.60-0.94)
<i>Health (6.4)</i>		1.43	(1.07-1.92)	1.20	(0.92-1.55)
<i>Natural content (5.9)</i>		0.89	(0.71-1.12)	1.00	(0.82-1.20)
<i>Environment (5.6)</i>		1.10	(0.87-1.39)	1.49	(1.22-1.81)
<i>Animal welfare (5.4)</i>		1.48	(1.21-1.80)	0.90	(0.77-1.05)
<i>Mood (4.4)</i>		1.07	(0.93-1.23)	0.98	(0.88-1.10)
<i>Fair trade (4.3)</i>		1.09	(0.22-1.80)	1.15	(1.01-1.31)
<i>Convenience (4.2)</i>		0.90	(0.77-1.04)	0.95	(0.84-1.07)
<i>Familiarity (4.3)</i>		0.93	(0.80-1.07)	0.77	(0.68-0.86)
<i>Price (4.0)</i>		0.87	(0.74-1.02)	0.97	(0.85-1.10)

¹Parents' and children's sociodemographic variables as independent variables. ²Level 1: "yes" for a vegetarian meal every day, Level 2: "no or I don't know" for a vegetarian meal every day and "yes" for a second weekly vegetarian meal, Level 3: "no or I don't know" for a vegetarian meal every day and for a second weekly vegetarian meal. Significant odds ratio at an alpha = 5% are shown in bold. For quantitative variables (school canteen attendance frequency, parent's age, number of children registered in the school canteen and food choice motives), the reference was the mean (indicated in brackets) and the odds ratio was calculated at mean+1. ³Adults' dietary habits as independent variables and all parents' and children's sociodemographic variables as control variables. ⁴Food choice motives as independent variables and all parents' and children's sociodemographic variables as control variables. For quantitative variables, the reference is the mean, and the odds ratio was calculated for as the mean+1.

4. Discussion

To our knowledge, and especially in the French context, this is the first study to investigate family characteristics and parents' food choice motives associated with the willing to opt for more vegetarian meals in school canteens for children. A total of 49% and 26% of parents would have opted for a second weekly vegetarian meal and for a daily vegetarian meal for their children, respectively. Parents willing to opt for a second weekly vegetarian meal were more likely to opt for pork-free meals for their children and had a higher level of education, and their children attended the school canteen less frequently; they were also more likely to be flexitarian or vegetarian. Parents willing to opt a daily vegetarian meal had the same sociodemographic characteristics as parents willing to opt for a second weekly vegetarian meal. However, parents for whom health and animal welfare motives were more important were more likely to opt for a daily vegetarian meal for their children, whereas parents for whom environmental motives were more important and familiarity less important were more likely to opt for a second weekly vegetarian meal for their children.

Parents willing to opt for more vegetarian meals for their children, either for a second weekly or a daily vegetarian meal, were more likely to opt for pork-free meals, highlighting a cultural or religious pattern of preferences towards less pork and, more generally, towards less meat in school canteens. We also found that parents with a higher level of education were willing to opt for more vegetarian meals for their children, especially for a second weekly vegetarian meal but also for a daily vegetarian meal. The level of education is indeed commonly related to skills and knowledge (Galobardes, 2006) and has been shown to be associated with stronger health and environmental concerns when making food choices (Konttinen et al., 2021). More educated people may be more likely to hold health and environmental beliefs regarding meat intake, possibly because they may find it easier to understand information provided in public messages, which may have caused the choice of increasing the frequency of vegetarian meals in school canteens for their children. Here, parents willing to opt for more vegetarian meals, in particular for daily vegetarian meals, had children who attended the school canteen less frequently. One may suppose that this related to the fact that these parents only registered their child to the canteen when a vegetarian meal was proposed. Therefore, this suggests that an increase in the frequency of vegetarian meals could increase school canteen attendance for some children. However, a previous study showed that in the French context, school lunch attendance frequency relies not only on school canteen meals offer but also on whether parents' occupations enable them to stay at home and prepare lunch (Dubuisson et al., 2011). Even though the increase of vegetarian meals at school canteens may address a demand from parents for their children, it is not the only factor determining children's school canteens attendance.

As expected, parents who identified themselves as having a flexitarian or vegetarian diet were more likely to opt for both a second weekly vegetarian meal and a daily vegetarian meal for their children. In addition, we found a strong correlation between parents' and children's diets. A previous study showed that vegetarian and vegan adults were more likely to live alone without children (Allès et al., 2017); the authors also suggested that people may switch back to an omnivorous diet when they have a child. Furthermore, meat consumption is lower for all family members when one person is a vegetarian (Vandermoere et al., 2019). These results were consistent with the idea that parents have a direct influence on their children's feeding practices (Costa & Oliveira, 2023). However, the relationship between parents' and children's dietary habits is likely reciprocal, as children's behaviours can also influence parental food choices (Costa et al., 2021).

The results of our study showed that parents willing to opt for a second weekly vegetarian meal had rated environment as more important compared to parents opting for no increase. Environmental motive, along with fair trade motive, specifically may have caused willingness to opt for a second weekly vegetarian meal for children, whereas health and animal welfare motives may have caused willingness to opt for a daily vegetarian meal. In previous studies, vegetarian and flexitarian adults have been shown to be more concerned about health (Hoek et al., 2004), ethics, convenience and price (Allès et al., 2017; de Boer & Aiking, 2022; G. Kim et al., 2022) and animal welfare (Verain & Dagevos, 2022), than omnivorous people. In our sample, environmental motive seemed to encourage parents to take the first step towards meat reduction behaviours (i.e., opting for a second weekly vegetarian meal), whereas a more prominent shift (i.e., opting for a daily vegetarian meal) was driven by health and animal welfare motives. These results suggest, for the first time, a hierarchy in food choice motives based on individuals' levels of commitment to meat reduction, which needs to be confirmed in future research.

In the present study, familiarity and sensory appeal were identified as barriers to opting for an increased frequency of vegetarian school meals, with familiarity specifically hindering the choice of a second weekly vegetarian meal for children. In line with these results, several barriers to consuming a vegetarian diet have been documented in previous studies, these barriers included unwillingness to make dietary changes, the enjoyment of eating meat, and perhaps more surprisingly, health concerns (Corrin & Papadopoulos, 2017; Pohjolainen et al., 2015). Indeed, a recent study showed that omnivorous individuals were worried about shifting to a vegetarian diet because they perceived a vegetarian diet as less nutritionally adequate (Malek & Umberger, 2021). In contrast, in the present study, health motive was associated with an increased willingness for daily vegetarian meals, which may be due to better knowledge regarding the associations between meat consumption and health consequences in our sample. Nevertheless, to convince parents who might still be against increasing

the frequency of vegetarian meals in school canteens, it may be worthwhile to implement interventions that fit to parents' concerns in this regard (Kwasny et al., 2022), for examples: emphasizing children's health, environmental benefits, territorial food policy and local sourcing, children's appreciation and providing vegetarian recipes to be cooked at home.

The present study has several limitations which can restrict the generalizability of the results. We aim to maximize the number of responses to the questionnaire, so we did not employ a quota-based recruitment method on sociodemographic characteristics. Only 13% of parents who were sent the survey link completed the questionnaire which suggests that parents who completed the questionnaire were the most concerned about the meals served to their children in the school canteen and/or the most interested by vegetarian meals. The proportion of flexitarian and vegetarian respondents (38% and 5%, respectively) was higher than expected based on the average proportion of flexitarian and vegetarian adults in France (24% and 2.2%, respectively) (FranceAgriMer, 2021). Fewer parents with a low occupation level responded to our survey. It can be interpreted in several ways: they had no time to complete the questionnaire, they were neutral or they felt less concerned about the issue of vegetarian meals in school canteen. Nevertheless, a study showed that socio-economic position measured at the individual level is a strong and consistent predictor of survey non-participation independently of the topic (Turrell et al., 2003). The parents completing the questionnaire were mostly mothers, and the educational level was predominantly medium or high, similar to other surveys on parents (Erhardt & Olsen, 2021; Pagliarino et al., 2021; Philippe et al., 2021). Educated women individuals tend to be overrepresented in behavioral sciences studies, while individuals with a low and/or medium level of education are often underrepresented (Ghai, 2021). It is also important to note that food choice motives such as health, environment and animal welfare are more commonly held motives in women (Ruby, 2012). The overrepresentation of mothers in the sample may thus have led to an overestimation of the proportion of parents willing to opt for an increased frequency of vegetarian school meals for their children. Nevertheless, in French families, meal planning often relies on women, and thus, mothers' motivations may impact the food choices that are made for the entire family (Dupuy, 2017). However, fathers can have a higher meat attachment than mothers and this meat attachment could be associated with increased meat intake of the child (Erhardt & Olsen, 2021). Here, we do not know whether both parents agreed with each other concerning the decision to increase vegetarian meals in school canteen for their children. Finally, the focus of this study was on parents, and children's personal attitudes towards higher frequency of vegetarian meals was not captured. We do not know whether parents considered their children's opinions when they completed the questionnaire. Ensuring that both children and parents are willing to opt for more vegetarian meals is necessary to ensure that the offered vegetarian meals are well accepted and eaten.

In terms of implications, the results of this study showed a high parental demand for more vegetarian meals in school canteens (49% for a second vegetarian meal and 26% for a daily vegetarian meal). For the local authority, an increase in the frequency of vegetarian meals served in school canteens would considerably reduce the environmental impact and thus seems to be an acceptable political action (Garnett & Balmford, 2022). For parents who were not yet convinced, this change in the food offer may be accompanied by targeting motivations (Roque et al., 2023) notably through a better communication on the stakes related to vegetarian meals and of their benefits (Diepeveen et al., 2013), for examples: being environmental friendly and healthier, contributing to develop local supply chain (Darmon et al., 2022). It may also be necessary to decrease the barriers to vegetarian school meals, namely the lack of sensory appeal and familiarity. This could be achieved by providing appealing descriptions emphasizing the sensory attributes of these dishes (Hielkema et al., 2022; Turnwald et al., 2019; Turnwald & Crum, 2019), for example: “Chickpea curry with tomatoes and red peppers” could be renamed “Fragrant chickpea curry with tomatoes and juicy red peppers” (Papies et al., 2020). Regarding familiarity, it seems possible to increase the acceptance of plant-based food by serving familiar recipes that children already like (Eustachio Colombo et al., 2021; Sundin et al., 2023). An encouraging approach could involve providing kitchen staff with training to create tasty vegetarian recipes being careful considering the seasoning and appearance of the dishes (Eustachio Colombo et al., 2021). For vegetarian recipes that are not well-known and/or not well-appreciated by children, repeated exposure is one of the first ways to increase liking and intake (Ramsay et al., 2017; Wardle et al., 2003). Furthermore, interventions based on sensory education and the pleasure of eating could drive children’s preferences and positive attitudes toward healthy foods (Marty et al., 2018). Other interventions such as gardening or cooking programs have also shown effect on food preferences, knowledge and behavioral intention (Cunningham-Sabo & Lohse, 2014; S.-O. Kim & Park, 2020; Liquori et al., 1998). Finally, increasing the frequency of vegetarian meals would be an opportunity to serve the same meal to all children beyond diet requirements (religious or other reasons) and promote the interpersonal dimension of pleasure through sharing the same meal (Marty et al., 2018).

5. Conclusion

This study highlighted good feasibility of vegetarian school meals, particularly if parents were already excluding pork from their children’s diets or if they were more educated. An increase in the frequency of vegetarian meals in school canteens would thus satisfy a demand expressed by parents. This may reveal a societal trend towards better acceptance of vegetarian school meals, in line with the French regulatory developments. The results revealed the motives of such parental food choices: environment, fair trade, health and animal welfare were significant drivers of the choice of more

vegetarian meals for children in school canteens. Awareness needs to be raised about the environmental and health benefits of plant-based diets in order to shift more parents to accept greater frequency of vegetarian school meals. However, familiarity and sensory appeal remained significant barriers that hindered the choice of increasing the frequency of vegetarian school meals.

Ethical statement

The study was approved by the Research Ethics Committee of Bourgogne-Franche-Comté University (CERUBFC-2022-06-02-022). The Data Protection Officer from CNRS ensured compliance of the data collection procedure with the European General Data Protection Regulation (registration number: 2-22197). All participants were informed that the purpose of the study was to investigate parents' willingness for more vegetarian meals to be provided in Dijon school canteens and provided consent for their participation.

Data availability statement

Data will be made available on request.

Declaration of Competing Interests

The authors declare no conflicts of interest.

Author contributions

JD, LM and SN designed the study and were responsible for data collection. LM prepared the data and JD analysed the data. SN collected funding. JD was responsible for the initial drafting of the paper, and all authors read and approved the final manuscript.

Funding

This research was funded by a grant to SN (Danone International Prize on Alimentation 2018), a grant from the Dijon Municipality in the frame of the "Dijon Alimentation Durable 2030" initiative, which supported the PhD fellowship of JD, and a grant of the Caisse des dépôts et consignations through the "Territoires d'innovation" funding scheme. Funders were not involved in the data analysis plan.

Acknowledgements

We thank the Dijon municipality for sending the survey link to parents, and we thank the parents who responded to the questionnaire.

References

- Allès, B., Baudry, J., Méjean, C., Touvier, M., Péneau, S., Hercberg, S., & Kesse-Guyot, E. (2017). Comparison of Sociodemographic and Nutritional Characteristics between Self-Reported Vegetarians, Vegans, and Meat-Eaters from the NutriNet-Santé Study. *Nutrients*, 9(9), 1023. <https://doi.org/10.3390/nu9091023>
- ANSES. (2021). *Appui scientifique et technique relatif aux fréquences alimentaires recommandées en restauration scolaire dans le cadre de l'expérimentation du menu végétarien* ((saisine 2020-SA-0101); p. 47). <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2020SA0101Ra.pdf>
- Ares, G., De Rosso, S., Mueller, C., Philippe, K., Pickard, A., Nicklaus, S., van Kleef, E., & Varela, P. (2023). Development of food literacy in children and adolescents: Implications for the design of strategies to promote healthier and more sustainable diets. *Nutrition Reviews*, nuad072. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuad072>
- Batlle-Bayer, L., Bala, A., Aldaco, R., Vidal-Monés, B., Colomé, R., & Fullana-i-Palmer, P. (2021). An explorative assessment of environmental and nutritional benefits of introducing low-carbon meals to Barcelona schools. *Science of The Total Environment*, 756, 143879. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143879>
- Cheah, I., Sadat Shimul, A., Liang, J., & Phau, I. (2020). Drivers and barriers toward reducing meat consumption. *Appetite*, 149, 104636. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104636>
- Clark, M. A., Springmann, M., Hill, J., & Tilman, D. (2019). Multiple health and environmental impacts of foods. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(46), 23357–23362. <https://doi.org/10.1073/pnas.1906908116>
- Corrin, T., & Papadopoulos, A. (2017). Understanding the attitudes and perceptions of vegetarian and plant-based diets to shape future health promotion programs. *Appetite*, 109, 40–47. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.11.018>
- Costa, A., & Oliveira, A. (2023). Parental Feeding Practices and Children's Eating Behaviours: An Overview of Their Complex Relationship. *Healthcare*, 11(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/healthcare11030400>
- Costa, A., Severo, M., & Oliveira, A. (2021). Food parenting practices and eating behaviors in childhood: A cross-lagged approach within the Generation XXI cohort. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 114(1), 101–108. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqab024>
- Cottet, P., Ferrandi, J.-M., Lichtlé, M.-C., & Plichon, V. (2017). *La compréhension des moteurs des comportements alimentaires: Une approche par le food choice questionnaire*. In 12^{ème} Journée du Marketing Agroalimentaire (hal-01900329). Montpellier, France.
- Cullerton, K., Donnet, T., Lee, A., & Gallegos, D. (2018). Effective advocacy strategies for influencing government nutrition policy: A conceptual model. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 15(1), 83. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0716-y>
- Cunningham-Sabo, L., & Lohse, B. (2014). Impact of a School-Based Cooking Curriculum for Fourth-Grade Students on Attitudes and Behaviors Is Influenced by Gender and Prior Cooking Experience. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 46(2), 110–120. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2013.09.007>
- Dagevos, H. (2021). Finding flexitarians: Current studies on meat eaters and meat reducers. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 530–539. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.021>

- Dahmani, J., Nicklaus, S., Grenier, J.-M., & Marty, L. (2022). Nutritional quality and greenhouse gas emissions of vegetarian and non-vegetarian primary school meals: A case study in Dijon, France. *Frontiers in Nutrition*, 9, 997144. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.997144>
- Dahmani, J., Nicklaus, S., & Marty, L. (2022). "How much did you like the meal today?" Children's liking for vegetarian and non-vegetarian meals at school canteens. *Appetite*, 179, 106197. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2022.106197>
- Darmon, N., MoISA, U., Poinso, R., & Vieux, F. (2022). *More vegetarian meals in school canteens to reconcile nutritional quality and environmental protection in France*. https://www.chaireunesco-adm.com/IMG/pdf/02-sowhat-23_2022-22nov-en.pdf
- de Boer, J., & Aiking, H. (2022). Do EU consumers think about meat reduction when considering to eat a healthy, sustainable diet and to have a role in food system change? *Appetite*, 170, 105880. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105880>
- De Keyser, W., Van Caneghem, S., Heath, A.-L. M., Vanaelst, B., Verschraegen, M., De Henauw, S., & Huybrechts, I. (2012). Nutritional quality and acceptability of a weekly vegetarian lunch in primary-school canteens in Ghent, Belgium: 'Thursday Veggie Day.' *Public Health Nutrition*, 15(12), 2326–2330. <https://doi.org/10.1017/S1368980012000870>
- Diepeveen, S., Ling, T., Suhrcke, M., Roland, M., & Marteau, T. M. (2013). Public acceptability of government intervention to change health-related behaviours: A systematic review and narrative synthesis. *BMC Public Health*, 13(1), 756. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-756>
- Dubuisson, C., Lioret, S., Dufour, A., Calamassi-Tran, G., Volatier, J.-L., Lafay, L., & Turck, D. (2011). Socio-economic and demographic variations in school lunch participation of French children aged 3–17 years. *Public Health Nutrition*, 14(2), 227–238. <https://doi.org/10.1017/S1368980010002144>
- Dupuy, A. (2017). *Book section: "La division sexuelle du travail alimentaire : qu'est-ce qui change ?"* Anne Dupuy | Centre d'Etude et Recherche Travail Organisation Pouvoir. <https://certop.cnrs.fr/chapitre-douvrage-la-division-sexuelle-du-travail-alimentaire-quest-ce-qui-change-anne-dupuy/>
- Dussiot, A., Fouillet, H., Perraud, E., Salomé, M., Huneau, J.-F., Kesse-Guyot, E., & Mariotti, F. (2022). Nutritional issues and dietary levers during gradual meat reduction – A sequential diet optimization study to achieve progressively healthier diets. *Clinical Nutrition*, 41(12), 2597–2606. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2022.09.017>
- Erhardt, J., & Olsen, A. (2021). Meat Reduction in 5 to 8 Years Old Children—A Survey to Investigate the Role of Parental Meat Attachment. *Foods*, 10(8), 1756. <https://doi.org/10.3390/foods10081756>
- Eustachio Colombo, P., Elinder, L. S., Patterson, E., Parlesak, A., Lindroos, A. K., & Andermo, S. (2021). Barriers and facilitators to successful implementation of sustainable school meals: A qualitative study of the OPTIMAT™-intervention. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 18(1), 89. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01158-z>
- FranceAgriMer. (2021). *Végétariens et flexitariens en France en 2020*. <https://www.franceagrimer.fr/Actualite/Etablissement/2021/VEGETARIENS-ET-FLEXITARIENS-EN-FRANCE-EN-2020>
- Galobardes, B. (2006). Indicators of socioeconomic position (part 1). *Journal of Epidemiology & Community Health*, 60(1), 7–12. <https://doi.org/10.1136/jech.2004.023531>
- Garnett, E. E., & Balmford, A. (2022). The vital role of organizations in protecting climate and nature. *Nature Human Behaviour*, 6(3), Article 3. <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01260-z>

- GEMRCN. (2011). Décret n° 2011-1227 du 30 septembre 2011 relatif à la qualité nutritionnelle des repas servis dans le cadre de la restauration scolaire, 2011-1227. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000024614716>
- Ghai, S. (2021). It's time to reimagine sample diversity and retire the WEIRD dichotomy. *Nature Human Behaviour*, 5(8), 971–972. <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01175-9>
- Graça, J., Roque, L., Guedes, D., Campos, L., Truninger, M., Godinho, C., & Vinnari, M. (2022). Enabling sustainable food transitions in schools: A systemic approach. *British Food Journal*, 124(13), 322–339. <https://doi.org/10.1108/BFJ-11-2021-1188>
- Haines, J., Haycraft, E., Lytle, L., Nicklaus, S., Kok, F. J., Merdji, M., Fisberg, M., Moreno, L. A., Goulet, O., & Hughes, S. O. (2019). Nurturing Children's Healthy Eating: Position statement. *Appetite*, 137, 124–133. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.02.007>
- Hielkema, M. H., Onwezen, M. C., & Reinders, M. J. (2022). Veg on the menu? Differences in menu design interventions to increase vegetarian food choice between meat-reducers and non-reducers. *Food Quality and Preference*, 102, 104675. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104675>
- Kemper, J. A. (2020). Motivations, barriers, and strategies for meat reduction at different family lifecycle stages. *Appetite*, 150, 104644. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104644>
- Kim, G., Oh, J., & Cho, M. (2022). Differences between Vegetarians and Omnivores in Food Choice Motivation and Dietarian Identity. *Foods*, 11(4), 539. <https://doi.org/10.3390/foods11040539>
- Kim, S.-O., & Park, S.-A. (2020). Garden-Based Integrated Intervention for Improving Children's Eating Behavior for Vegetables. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041257>
- Kluczkowski, A., Menezes, C. A., da Silva, J. T., Bastos, L., Lait, R., Cook, J., Cruz, B., Cerqueira, B., Lago, R. M. R. S., Gomes, A. N., Ladeia, A. M. T., Schmidt Rivera, X., Vianna, N., Reynolds, C. J., Oliveira, R. R., & Bridle, S. L. (2022). An Environmental and Nutritional Evaluation of School Food Menus in Bahia, Brazil That Contribute to Local Public Policy to Promote Sustainability. *Nutrients*, 14(7), 1519. <https://doi.org/10.3390/nu14071519>
- Konttinen, H., Halmesvaara, O., Fogelholm, M., Saarijärvi, H., Nevalainen, J., & Erkkola, M. (2021). Sociodemographic differences in motives for food selection: Results from the LoCard cross-sectional survey. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 18(1), 71. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01139-2>
- Kwasny, T., Dobernig, K., & Riefler, P. (2022). Towards reduced meat consumption: A systematic literature review of intervention effectiveness, 2001–2019. *Appetite*, 168, 105739. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105739>
- Liquori, T., Koch, P. D., Ruth Contento, I., & Castle, J. (1998). The Cookshop Program: Outcome Evaluation of a Nutrition Education Program Linking Lunchroom Food Experiences with Classroom Cooking Experiences. *Journal of Nutrition Education*, 30(5), 302–313. [https://doi.org/10.1016/S0022-3182\(98\)70339-5](https://doi.org/10.1016/S0022-3182(98)70339-5)
- Lucas, T., & Horton, R. (2019). The 21st-century great food transformation. *The Lancet*, 393(10170), 386–387. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)33179-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)33179-9)
- Malek, L., & Umberger, W. J. (2021). Distinguishing meat reducers from unrestricted omnivores, vegetarians and vegans: A comprehensive comparison of Australian consumers. *Food Quality and Preference*, 88, 104081. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104081>

- Marty, L., Chambaron, S., Nicklaus, S., & Monnery-Patris, S. (2018). Learned pleasure from eating: An opportunity to promote healthy eating in children? *Appetite*, 120, 265–274. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.09.006>
- Marty, L., de Lauzon-Guillain, B., Labesse, M., & Nicklaus, S. (2021). Food choice motives and the nutritional quality of diet during the COVID-19 lockdown in France. *Appetite*, 157, 105005. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.105005>
- Meier, C. L., Brady, P., Askelson, N., Ryan, G., Delger, P., & Scheidel, C. (2022). What Do Parents Think About School Meals? An Exploratory Study of Rural Middle School Parents' Perceptions. *The Journal of School Nursing*, 38(3), 226–232. <https://doi.org/10.1177/1059840520924718>
- Melendrez-Ruiz, J., Chambaron, S., Buatois, Q., Monnery-Patris, S., & Arvisenet, G. (2019). A central place for meat, but what about pulses? Studying French consumers' representations of main dish structure, using an indirect approach. *Food Research International*, 123, 790–800. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.06.004>
- Mikkilä, V., Räsänen, L., Raitakari, O. T., Pietinen, P., & Viikari, J. (2005). Consistent dietary patterns identified from childhood to adulthood: The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *British Journal of Nutrition*, 93(6), 923–931. <https://doi.org/10.1079/BJN20051418>
- Mullee, A., Vermeire, L., Vanaelst, B., Mullie, P., Deriemaeker, P., Leenaert, T., De Henauw, S., Dunne, A., Gunter, M. J., Clarys, P., & Huybrechts, I. (2017). Vegetarianism and meat consumption: A comparison of attitudes and beliefs between vegetarian, semi-vegetarian, and omnivorous subjects in Belgium. *Appetite*, 114, 299–305. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.03.052>
- Nicklaus, S., Boggio, V., Chabanet, C., & Issanchou, S. (2005). A prospective study of food variety seeking in childhood, adolescence and early adult life. *Appetite*, 44(3), Article 3. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2005.01.006>
- Onwezen, M. C., Reinders, M. J., Verain, M. C. D., & Snoek, H. M. (2019). The development of a single-item Food Choice Questionnaire. *Food Quality and Preference*, 71, 34–45. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.05.005>
- Pagliarino, E., Santanera, E., & Falavigna, G. (2021). Opportunities for and Limits to Cooperation between School and Families in Sustainable Public Food Procurement. *Sustainability*, 13(16), Article 16. <https://doi.org/10.3390/su13168808>
- Papies, E. K., Johannes, N., Daneva, T., Semyte, G., & Kauhanen, L.-L. (2020). Using consumption and reward simulations to increase the appeal of plant-based foods. *Appetite*, 155, 104812. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104812>
- Philippe, K., Chabanet, C., Issanchou, S., & Monnery-Patris, S. (2021). Child eating behaviors, parental feeding practices and food shopping motivations during the COVID-19 lockdown in France: (How) did they change? *Appetite*, 161, 105132. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105132>
- Pohjolainen, P., Vinnari, M., & Jokinen, P. (2015). Consumers' perceived barriers to following a plant-based diet. *British Food Journal*, 117(3), 1150–1167. <https://doi.org/10.1108/BFJ-09-2013-0252>
- Poinsot, R., Vieux, F., Maillot, M., & Darmon, N. (2022). Number of meal components, nutritional guidelines, vegetarian meals, avoiding ruminant meat: What is the best trade-off for improving school meal sustainability? *European Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1007/s00394-022-02868-1>
- Ramsay, S. A., Roe, A. J., Davis, J. N., Price, W. J., & Johnson, S. L. (2017). Repeated exposures and child centered nutrition phrases increases young children's consumption and liking of lentils. *Food Quality and Preference*, 62, 317–322. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.03.002>

- Roque, L., Campos, L., Guedes, D., Godinho, C., Truninger, M., & Graça, J. (2023). Insights into parents' and teachers' support for policies promoting increased plant-based eating in schools. *Appetite*, 106511. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2023.106511>
- Roque, L., Graça, J., Truninger, M., Guedes, D., Campos, L., Vinnari, M., & Godinho, C. (2022). Plant-based school meals as levers of sustainable food transitions: A narrative review and conceptual framework. *Journal of Agriculture and Food Research*, 10, 100429. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100429>
- Ruby, M. B. (2012). Vegetarianism. A blossoming field of study. *Appetite*, 58(1), 141–150. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.09.019>
- Schwartz, C., Scholtens, P. A. M. J., Lalanne, A., Weenen, H., & Nicklaus, S. (2011). Development of healthy eating habits early in life. Review of recent evidence and selected guidelines. *Appetite*, 57(3), Article 3. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.05.316>
- Serra-Majem, L., Tomaino, L., Dernini, S., Berry, E. M., Lairon, D., Ngo de la Cruz, J., Bach-Faig, A., Donini, L. M., Medina, F.-X., Belahsen, R., Piscopo, S., Capone, R., Aranceta-Bartrina, J., La Vecchia, C., & Trichopoulou, A. (2020). Updating the Mediterranean Diet Pyramid towards Sustainability: Focus on Environmental Concerns. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23), 8758. <https://doi.org/10.3390/ijerph17238758>
- Sundin, N., Malefors, C., Danielsson, M., Hardiyanti, M., Persson Osowski, C., & Eriksson, M. (2023). Investigating goal conflicts in menu planning in Swedish school catering on the pathway to sustainable development. *Resources, Conservation and Recycling*, 190, 106822. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106822>
- Turnwald, B. P., Bertoldo, J. D., Perry, M. A., Policastro, P., Timmons, M., Bosso, C., Connors, P., Valgenti, R. T., Pine, L., Challamel, G., Gardner, C. D., & Crum, A. J. (2019). Increasing Vegetable Intake by Emphasizing Tasty and Enjoyable Attributes: A Randomized Controlled Multisite Intervention for Taste-Focused Labeling. *Psychological Science*, 30(11), 1603–1615. <https://doi.org/10.1177/0956797619872191>
- Turnwald, B. P., & Crum, A. J. (2019). Smart food policy for healthy food labeling: Leading with taste, not healthiness, to shift consumption and enjoyment of healthy foods. *Preventive Medicine*, 119, 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2018.11.021>
- Turrell, G., Patterson, C., Oldenburg, B., Gould, T., & Roy, M.-A. (2003). The socio-economic patterning of survey participation and non-response error in a multilevel study of food purchasing behaviour: Area- and individual-level characteristics. *Public Health Nutrition*, 6(2), 181–189. <https://doi.org/10.1079/PHN2002415>
- Vandermoere, F., Geerts, R., De Backer, C., Erreygers, S., & Van Doorslaer, E. (2019). Meat Consumption and Vegaphobia: An Exploration of the Characteristics of Meat Eaters, Vegaphobes, and Their Social Environment. *Sustainability*, 11(14), 3936. <https://doi.org/10.3390/su11143936>
- Verain, M. C. D., & Dagevos, H. (2022). Comparing meat abstainers with avid meat eaters and committed meat reducers. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1016858. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1016858>
- Wardle, J., Herrera, M.-L., Cooke, L., & Gibson, E. L. (2003). Modifying children's food preferences: The effects of exposure and reward on acceptance of an unfamiliar vegetable. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57(2), 341–348. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601541>
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., & Wood, A. (2019). Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447–492. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)31788-4)

Appendix A. Supplementary materials

Dahmani, Nicklaus, Marty

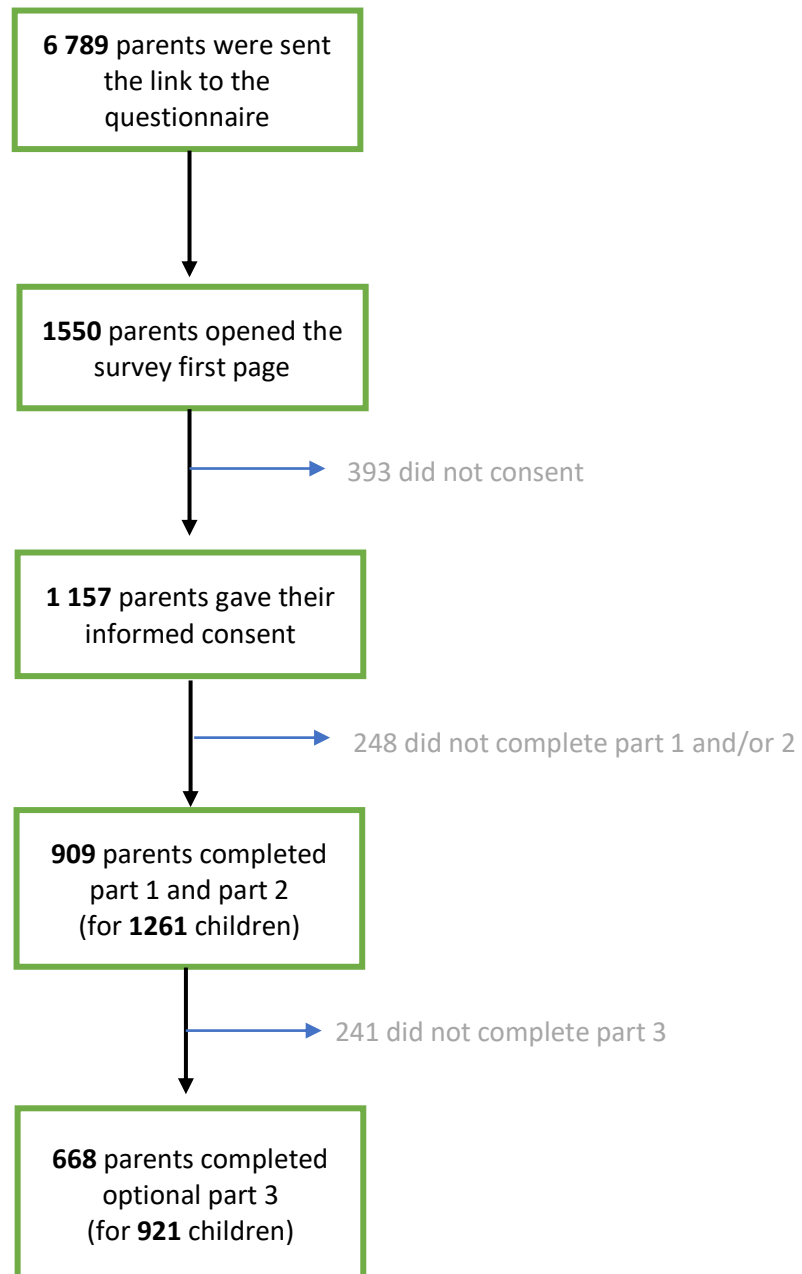


Figure S1: Survey flow

Table S1. Participants' characteristics: sample vs. population of parents with children registered in Dijon school canteens

	Sample		Population	
	N	Mean (SD) or frequency (%)	N	Mean (SD) or frequency (%)
School level, frequency (%)	1261		10139	
<i>Preschool</i>		507 (40)		6208 (36)
<i>Elementary school</i>		730 (58)		3589 (61)
<i>Other</i>		24 (2)		342 (3)
Meal choice, frequency (%)	1261		10139	
<i>Regular</i>		873 (69)		6651 (66)
<i>Pork-free</i>		373 (30)		3372 (33)
<i>Other</i>		15 (1)		116 (1)
Familial situation, frequency (%)	909		7037 ¹	
<i>Living with a partner</i>		705 (77)		4918 (70)
<i>Living alone or other</i>		204 (23)		2119 (30)
Number of children at home, mean (SD)	907 ¹	1.9 (0.8)	7043 ¹	2.2 (1.1)
Level of occupation, frequency (%)	909		6996 ¹	
<i>Low</i>		45 (5)		1891 (27)
<i>Medium</i>		462 (51)		3715 (53)
<i>High</i>		402 (44)		1390 (20)

¹ Discrepancy due to missing values or incorrect answers

Table S2. Characteristics associated with willingness to get a second weekly vegetarian school meal excluding 'I don't know' answers

Model 1: Sociodemographic characteristics¹ (n=978)		Odds ratio²	95% confident interval
<i>Child's gender</i>	Female vs. Male	0.97	(0.72-1.31)
<i>School level</i>	Elementary school vs. Preschool	0.91	(0.66-1.27)
<i>School canteen attendance frequency (3 times/week)</i>		0.88	(0.75-1.04)
<i>Meal choice</i>	Pork-free vs. Regular	17.5	(10.8-28.1)
<i>Parent's gender</i>	Female vs. Male	1.42	(0.98-2.07)
<i>Parent's age (38 years old)</i>		1.01	(0.98-1.04)
<i>Familial situation</i>	Living with a partner vs. Alone	1.67	(1.11-2.51)
<i>Number of children registered in the school canteen (2)</i>		0.87	(0.71-1.05)
<i>Level of education</i>	Low vs. Medium	0.62	(0.36-1.08)
	Low vs. High	0.22	(0.13-0.38)
	Medium vs. High	0.36	(0.25-0.52)
Model 2: Parents' dietary habits³ (n=720)	Flexitarian vs. Omnivorous	5.83	(3.88-8.77)
Model 4: Food choice motives⁴ (n=720)			
<i>Sensory appeal (6.4)</i>		0.70	(0.56-0.90)
<i>Health (6.4)</i>		1.41	(1.10-1.81)
<i>Natural content (5.9)</i>		0.92	(0.75-1.11)
<i>Environment (5.6)</i>		1.41	(1.15-1.72)
<i>Animal welfare (5.4)</i>		1.04	(0.89-1.23)
<i>Mood (4.4)</i>		1.01	(0.90-1.14)
<i>Fair trade (4.3)</i>		1.06	(0.92-1.22)
<i>Convenience (4.2)</i>		0.99	(0.86-1.12)
<i>Familiarity (4.3)</i>		0.79	(0.70-0.90)
<i>Price (4.0)</i>		0.88	(0.76-1.02)

¹Parents' and children's sociodemographic variables as independent variables. ² The modelled probability was the willingness to opt for a second weekly vegetarian meal ("yes" against "no"). Significant odds ratio at an alpha = 5% are shown in bold. For quantitative variables (school canteen attendance frequency, parent's age, number of children registered in the school canteen and food choice motives), the reference was the mean indicated in brackets, and the odds ratio was calculated at mean+1. ³Parents' dietary habits as independent variables and all parents' and children's sociodemographic variables as control variables. The vegetarian group had too few individuals to estimate odds ratio. ⁴Food choice motives as independent variables and all parents' and children's sociodemographic variables as control variables.

Table S3. Characteristics associated with willingness to get a second weekly vegetarian school meal, model with occupational category level

Model 1: Sociodemographic characteristics¹ (n=1176)		Odds ratio²	95% confident interval
<i>Child's gender</i>	Female vs. Male	0.98	(0.76-1.27)
<i>School level</i>	Elementary school vs. Preschool	0.91	(0.69-1.21)
<i>School canteen attendance frequency (3 times/week)</i>		0.81	(0.71-0.93)
<i>Meal choice</i>	Pork-free vs. Regular	7.85	(5.55-11.11)
<i>Parent's gender</i>	Female vs. Male	1.16	(0.84-1.61)
<i>Parent's age (38 years old)</i>		1.01	(0.98-1.03)
<i>Familial situation</i>	Living with a partner vs. Alone	1.53	(1.07-2.20)
<i>Number of children registered in the school canteen (2)</i>		0.92	(0.78-1.08)
<i>Level of occupation</i>	Low vs. Medium	1.34	(0.68-2.63)
	Low vs. High	0.60	(0.30-1.21)
	Medium vs. High	0.45	(0.34-0.60)

¹Parents' and children's sociodemographic variables as independent variables. ²The modelled probability was the willingness to opt for a second weekly vegetarian meal ("yes" against "no/I don't know"). Significant odds ratio at an alpha = 5% are shown in bold. For quantitative variables (school canteen attendance frequency, parent's age, number of children registered in the school canteen and food choice motives), the reference was the mean indicated in brackets, and the odds ratio was calculated at mean+1.

Effects of a short food education program implemented at school canteens on children's acceptance of plant-based food: a quasi-experimental study

Version post-print

Justine Dahmani¹, Fanny Teil¹, Marine Pouyfaucou², Aude Gaignaire², Sophie Nicklaus¹, Lucile Marty¹

¹Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, CNRS, INRAE, Institut Agro, Université de Bourgogne F-21000 Dijon, France.

² Association Eveil'O'Goût, Dijon, France

Keywords: sensory education, eating traits, vegetables, pulses, intervention

Abstract

Dietary transition toward more plant-based foods is needed to improve nutritional quality and reduce the carbon footprint of the food systems. Since 2018, the French school meals guidelines have imposed a weekly vegetarian meal, yet children may not like all of them. This study aimed to evaluate the effects of a short sensory-based food education program (SFEP) developed in collaboration with school canteen staff on children's acceptance of plant-based food and eating traits. Two school canteens were selected as intervention group and two others as control group. Two plant-based foods were selected as targets (green cabbage and red beans) and two SFEPs were conducted: SFEP1 on cabbages and SFEP2 on pulses. Liking of the vegetarian dishes was collected through connected scoring devices. Knowledge about cabbages and pulses, willingness to taste and identification of green cabbage and red beans, attitudes toward food, and food neophobia by self-completed paper questionnaires. A total of 660 elementary school children (between 6 and 11 years old) participated in the study: 338 in the control group and 322 in the intervention group. After the SFEP1, knowledge about cabbages increased, but liking, willingness to taste and identification did not. After the SFEP2, knowledge about pulses, willingness to taste and identification of red beans increased, but liking did not. No effect of the SFEPs was observed on attitudes toward food nor on food neophobia. This intervention had positive effects on children's knowledge for both cabbages and pulses, and on willingness to taste and identification but for red beans only.

1. Background

The promotion of a healthy diet has long proven necessary in children (World Health Organization, 2016), especially in a food environment where many unhealthy options are available (Richonnet et al., 2021). Recently, in accordance with the Food and Agriculture Organization (FAO) initiative, the need to promote a sustainable diet has increased, particularly with minimal impact on the environment (FAO and WHO, 2019). Because attitudes and eating behaviors learned in childhood have been shown to track into later years (Nicklaus et al., 2005; Nicklaus & Remy, 2013; Luque et al., 2018), it is recommended to establish healthy eating behaviors early in life (Lioret et al., 2013; Schwartz et al., 2011). School canteens provide an interesting context for the elaboration and application of dietary guidelines at the population scale across socioeconomic classes (Oostindjer et al., 2017). They also help to promote the consumption of nutritious and low environmental impact diets for children (Battley-Bayer et al., 2021; Benvenuti et al., 2016; Cooreman-Algoed et al., 2020; Elinder et al., 2020; Eustachio Colombo et al., 2020; Poinot et al., 2022; World Food Programme, 2022), such as diets high in vegetables and pulses (Coleman et al., 2021), thus contributing to food literacy (Ares et al., 2023).

Since 2018 in France, in addition to previous regulations imposing nutritional composition guidelines (GEMRCN, 2011), a national regulation has mandated that school canteens serve a vegetarian meal weekly (i.e., without meat or fish) to reduce environmental impact (EGalim, 2018). In 2021, the Climate and Resilience law amended the objectives of the EGalim law by encouraging more vegetarian meals in school canteens, even daily. We previously found that compared to primary school meals with meat or fish, vegetarian meals had similar good nutritional quality but caused less than half as many greenhouse gas emissions (GHGE) (Dahmani et al., 2022). Thus, increasing the frequency of vegetarian school meals would contribute to reducing GHGE while maintaining adequate nutritional quality (ANSES, 2021a; Dahmani et al., 2022; Poinot et al., 2022). However, in Western countries, vegetables are known to be less liked than animal-based products or cereals by pre-school children (Donadini et al., 2022; Nicklaus et al., 2007; Poelman, Delahunty, et al., 2017). Older children (4-16 years old) generally like energy-dense foods and dislike vegetables which raises the question of children's liking of vegetarian dishes (Cooke & Wardle, 2005).

In this context, it is useful to examine studies that aimed at understanding the liking and/or consumption of plant-based food beyond well-known individual determinants such as gender, age, socioeconomic position, parental intake and home availability (Rasmussen et al., 2006). Repeated exposure is one way to increase vegetable liking and intake (Bell et al., 2021; Ramsay et al., 2017; Wardle et al., 2003) as familiarity plays an important role in shaping children's preferences (Nicklaus, 2016). The out-of-home food environment can also influence food consumption as demonstrated in a recent study conducted in UK elementary schools showing that modifying the school food environment

had a positive effect on children's food knowledge and dietary habits (Brennan et al., 2021). Positive effects were also found with nutrition education programs. The results of a recent systematic review of 34 studies on elementary school children suggest that nutrition education lessons taught by qualified teachers can contribute to the food knowledge and dietary habits of children although the authors highlight the small effect size on increasing fruit and vegetable consumption (Cotton et al., 2020). If education is crucial for building knowledge about healthy eating, learning about what should be eaten and why does not necessarily translate into changes in food consumption and integrating taste exposure and sensory learning strategies have been advocated to strengthen intervention effects and notably to increase vegetable intake in children (DeCosta et al., 2017; Nekitsing et al., 2018). Previous studies have indeed shown that sensory food education encouraging pleasure from eating through sensory-based and hands-on activities are efficient strategies to improve children's food knowledge and eating traits, e.g., decreasing food neophobia and increasing willingness to taste foods (Battjes-Fries et al., 2015; Battjes-Fries et al., 2016; Coulthard & Sealy, 2017; Mustonen & Tuorila, 2010; Reverdy et al., 2008).

Presently in France, sensory food education programs may be delivered in class and are based on the willingness of teachers to engage in such activities. Such programs are not part of the school curriculum but online resources are available for teachers who want to undergo training and implement food education workshops with their pupils (Ministry of Food and Agriculture, 2022). Among the most popular programs in France is "*Les classes du goût*" established by Jacques Puisais in France (Puisais & Pierre, 1987). This 12-lesson program is based on three key principles: improving children's relationship with themselves and with others, developing children's ability to express their sensations while eating, cultivating food enjoyment through sensory experiences and eating together, see Reverdy et al., 2008 **Appendix A** for a detailed description in English. This approach is seen as an opportunity for the children to take time to appreciate both familiar and unfamiliar foods, to find pleasure in tasting them and to focus on sensations to overcome barriers about less popular foods such as vegetables. Apart from the role of teachers, school canteens could be a relevant setting for experimenting and implementing food education and sensory programs based on natural food settings (Ares et al., 2023; Gaignaire & Politzer, 2010; Ministry of Education Youth and Sports, 2020). Currently, in France, 8.5 million children aged 3 to 17 years eat at least once a week at school canteens. Among children aged 3 to 10 years, 58% eat lunch regularly at the school canteens, i.e., at least 4 days a week (ANSES, 2021b). In the context of school canteens, short and intense interventions that have been proven effective (Varman et al., 2021) would be the most suitable format due to important time constraints hindering the implementation of time-intensive programs. In addition, because the acceptability of an intervention by the people delivering it is so important for a successful

implementation (Leask et al., 2019), it seems necessary to develop food education and sensory programs involving end-users and stakeholders (Zwass, 2010).

In line with all the elements presented before, we developed a short food education programs (SFEPs) based on sensory education under the name “Chouette Cantine” (“Wonderful Canteen” in French) in collaboration with school canteen staff to be delivered in two primary school canteens and targeting two plant-based foods served as part of vegetarian meals in school canteens: green cabbages and red beans. The SFEPs aimed at activating the three dimensions of pleasure from eating the target foods (Bertin, 2020; Marty et al., 2018): sensory (tasting and cooking activities), cognitive (information on posters), and social (interaction with school canteen staff and play among children). The objective of this study was to evaluate how these short programs may increase children’s plant-based food acceptance and may change their eating traits. We hypothesized that the SFEPs may increase children’s liking of the target foods as served at the school canteen (green cabbage with omelet, and red beans in tomato sauce served with cheese croquette), knowledge about the food types (cabbages and pulses), and willingness to taste and identification of the target foods (green cabbage and red beans) while increasing children’s hedonic attitudes toward food and decreasing food neophobia.

2. Material and methods

2.1 Study design

This study was a preregistered parallel two-arm quasi-experimental trial with repeated measures pre- and post-intervention (<https://osf.io/jyng6>). Two school canteens were selected to co-create and implement the SFEPs (intervention group). Two similar school canteens (matched by area, socioeconomic background and number of children registered at school canteen) were selected as controls with no delivery of the SFEPs (control group). Outcomes were measured in the four schools before SFEP1, in-between SFEP1 and 2, and after SFEP2.

2.2 Participants’ recruitment

The participants were children from four primary schools in Dijon (FR): two schools in the intervention group and two schools in the control group. Children were eligible to participate if they were attending the school canteen and were willing to take part in the study. As evaluation questionnaires were administered during the school lunch break, the children had lunch in the school canteen either before or after completing the questionnaires. The parents of all eligible children received an information sheet presenting the study objectives. An information sheet was also read to the children, and data were collected for all the children who agreed to complete the questionnaires

(oral consent). An objection form could be filled out by the parents refusing the use of their child's data for research purposes; in this case, the data were deleted. Children were informed that they could decide to withdraw from the study at any time without having to explain their decision. The UBFC Research Ethics Committee provided ethical approval for this study (CERUBFC-2021-12-21-049) and the CNRS data protection officer approved compliance with the European General Data Protection Regulation (registration number 2-22086).

2.3 Choice of the target foods

In Dijon school catering, all meals are prepared in a central kitchen and a unique meal is served every day to all the children. A dietitian plans the meals four months in advance. In May 2021, connected scoring devices were installed in all the 38 primary school canteens of Dijon (picture available in **Appendix A**). At the end of each meal, children were invited to rate how much they liked the main dish (protein dish and side dish combined) on a 5-point scale with smileys ranging from 1: "I didn't like it at all" to 5: "I really liked it" as used in previous studies (Carraway-Stage et al., 2014; Tauriello et al., 2021). To select the target foods, average liking scores for the 33 dishes served in September and October 2021 were examined in order to spot the least-liked vegetarian dishes with a good nutritional quality and a low carbon footprint. Based on these criteria and in collaboration with the school canteen staff, two plant-based foods were selected as targets for each SFEP: (1) green cabbage (served with omelet) and (2) red beans in tomato sauce (served with cheese croquette). A picture of each dish is available in **Appendix A**.

2.4 Development of the "Chouette Cantine" program

The school canteen staff (8 central kitchen agents, 8 canteen service agents and 8 extracurricular activity agents) was involved in the co-creation of the SFEPs (see **Appendix B**). The school canteen staff also involved in the co-creation of the SFEPs tools and participated in an approximately 6-hour training delivered by a professional in sensory education to explain sensory food education principles and present the sensory workshops. Sensory food education principles included putting children at ease to encourage their free and personal expression, respecting individual preferences, creating an enabling environment to discover food with pleasure. More details about co-creation workshops and training programs are available in **Appendix B**. Two professionals in sensory education developed the training programs, the content of the SFEPs, and the tools (AG for the general frame and design, MP for the tools creation and the content writing).

2.5 Implementation of “Chouette Cantine” program

Two two-week sequential SFEPs were conducted at school during the first semester of 2022: SFEP1 on cabbages and SFEP2 on pulses. The SFEP1 took place in March (weeks 11 and 12). During these two weeks, all the children attending the school canteen were invited to participate in two workshops by school level (approximately 20 children per class): a sensory education workshop about cabbages and the cooks’ visit. For sensory education workshops about cabbages, the installation and realization were the responsibility of the trained school canteen staff. Posters of cabbages were displayed in the school canteens to show the different types of cabbages. One extracurricular activity session was organized to cook a cabbage recipe (kale chips). Further details regarding each component of SFEP1 are given in **Table 1**.

Table 1. Components of SFEP1 on cabbages

Component	Description
Sensory education workshops	Only one workshop (WS) was delivered per group of children. Each workshop began with a “hunt” of several varieties of cabbages hidden in the room. • Vision WS: The children were invited to observe and describe cabbages, draw them and associate photos with real food. • Smell WS: The children made aromatic salt to taste with a piece of cabbage. • Taste WS: The children tasted a cabbage salad with a dressing they made themselves. • Hearing WS: The children used cabbages as musical instruments to make a "cabbage concert". • Touch WS: The children discovered the cabbages in bags and described them with their own words and sensations. All the children prepared a summary of each workshop for the other children to discover what they have done.
Cooks’ visit	During the visit of the cooks, they explained their job to the children around 4 stalls related to 4 senses: hearing, touch, vision and smell. The children were free to go from one stall to another. • Vision stall: The cooks explained how their cooking equipment work by showing pictures. • Smell stall: The children had to pair together photos and odors of foods and spices used in school meal preparation. • Hearing stall: The children listened sounds recorded in the school canteen kitchen. • Touch stall: The children could touch the cooking equipment used by the cooks to prepare the meals. The central kitchen staff explained how to use each tool.
Posters	Posters presented the pictures and names of 18 different varieties of cabbages in the school canteens rooms.
Cooking workshop	The children cooked kale crispy chips. During the cooking workshop, they were encouraged to discover all the ingredients with their 5 senses.

Following SFEP1, we asked the school canteen staff who led the intervention (n = 19) for their oral feedback on implementation. The sensory education workshops on cabbages were perceived as too long, too academic, and too demanding in terms of preparation leading to low satisfaction from staff and children. Consequently, adjustments were made to SEFP2 in order to provide a more fun and less time-consuming format for the sensory education workshops on pulses.

The SFEP2 on pulses took place in May (weeks 19 and 20). During these two weeks, all the children attending the school canteen were invited to participate in two sensory education workshops about pulses: a “treasure hunt” related to the discovery of pulses through the five senses and a cooks’ visit. The installation and realization of the treasure hunt were the responsibility of the research team and the professional in sensory education (MP) in collaboration with school canteen staff. Posters of pulses were displayed in the school canteens to show different types of pulses. One extracurricular activity was organized to cook a chocolate and red bean cake. Further details regarding each component are given in **Table 2**.

Table 2. Components of SFEP2 on pulses

	Description
Treasure hunt	The children took part in treasure hunt activities using their 5 senses to discover clues to guess the code opening a treasure box full of red beans. • Vision: The children had to pair together photos of raw pulses and photos of recipes from all over the world. • Smell: The children had to pair together photos and odors of pulses-based foods. • Taste: The children tasted and compared a chickpea and a red bean. • Hearing: The children discovered the sound of pulses in maracas. • Touch: The children touched bags containing different types of pulses. Treasure: when the chest was opened, the children plunged their hands in the red beans.
Cooks’ visit	During the visit of the cooks, they explained their job to the children around 4 stalls related to 4 senses: hearing, touch, vision and smell. The children were free to go from one stall to another. • Vision stall: The cooks explained how their cooking equipment work by showing pictures. • Smell stall: The children had to pair together photos and odors of foods and spices used in school meal preparation. • Hearing stall: The children listened sounds recorded in the school canteen kitchen. • Touch stall: The children could touch the cooking equipment used by the cooks to prepare the meals. The central kitchen staff explained how to use each tool.
Posters	Posters presented the pictures and names of 22 different varieties of pulses in the school canteens rooms.
Cooking workshop	The children cooked a chocolate and red beans cake. During the cooking workshop, they were encouraged to discover all the ingredients with their 5 senses.

2.6 Outcome measures

The outcome measures chosen to evaluate the effect of SFEPs on children's acceptance were liking of the dishes from the school canteen containing the target foods (green cabbage with omelet and red beans in tomato sauce with cheese croquette), knowledge about the food type (cabbages and pulses), willingness to taste and identification of the target foods (green cabbage and red beans); and to evaluate eating traits: attitudes toward food and food neophobia (see Table 3). Data were collected with all the children who had lunch at the intervention and control school canteens before and after each SFEP (i.e., four measure points). Attitudes toward food and food neophobia were only measured before and after both SFEPs (i.e., two measure points).

Liking was collected through the connected scoring devices (see paragraph 2.3) on the day when the target dishes were served: (1) green cabbage with omelet and (2) red beans in tomato sauce with cheese croquette, before and after each SFEP. Because liking data were completely anonymous, responses could not be matched for the same child. Pre- and post-SFEP measures were thus treated as independent samples.

Other outcome measures (knowledge, willingness to taste, identification, attitudes toward food and food neophobia) were collected at the individual level with the children self-completing paper-based questionnaires at school during the lunch break, which allowed us to match pre- and post-data. Knowledge about the food type (cabbages and pulses) was measured by four questions that were scored from 0 to 6. A higher score indicated better knowledge. The questions were inspired by a previous study that measured knowledge about vegetables using a combination of multiple-choice questions and true/false statements (Poelman et al., 2020). Willingness to taste the target foods (green cabbage and red beans) was measured by one question that was scored from 1 to 5, with 1 indicating "I don't want to taste this food at all" and 5 indicating "I really want to taste this food". The question was inspired by the QENA questionnaire items (developed in French, Questionnaire to evaluate children's food neophobia) (Rubio et al., 2008). As exploratory analyses, the identification of the target foods (green cabbage and red beans) was measured by asking the name of the food on the picture of the willingness to taste questionnaire, as in a previous study (Poelman et al., 2020). The willingness to taste and identification were additionally measured on three other related but non-target foods: (1) similar to the target food to which the children may have been exposed during the SFEP: red cabbage salad and cooked lentils; (2) other foods served in the school canteen: spinach and quinoa; and (3) unfamiliar foods: algae salad and Chinese artichoke.

Although SFEPs were not designed to modify attitudes toward food or food neophobia, which are considered enduring eating traits, these dimensions were useful to consider in the present context because they were previously shown to evolve over the course of a longer food education program (Marty et al., 2018; Reverdy et al., 2008). Attitudes toward food were measured with a categorization task previously used with children aged from 5 to 11 years old and assessing the dominance of pleasure- versus nutritional-based attitudes toward food (Monnery-Patris et al., 2016). The food neophobia questionnaire was a short version (6 items) of the Adapted Food Neophobia Scale validated on children aged from 8 to 10 years old (Reverdy et al., 2008). Previous studies have already used a 6-items questionnaire version of this questionnaire (Battjes-Fries et al., 2016; L. Cooke et al., 2006).

Table 3. Outcomes description: questionnaires items, answer type, coding and scoring

Outcome ¹	Number of items ²		Items	Answer type	Coding for each item	Scoring for outcome
	SL 1-2	SL 3 to 5				
Liking of the dish ³	1	1	How much did you like the meal today?	Single choice 5-point liking scale	I didn't like at all = 1 I didn't like it = 2 I moderately liked it = 3 I liked it = 4 I really liked it = 5	Score from 1 to 5
Knowledge about the food type ⁴	2	4	What colors can cabbages/pulses be? In which of the following 6 dishes are there cabbages/pulses? How do you think we can eat cabbages/pulses? (SL 3 to 5 only) Which of the following 6 foods are part of the cabbages/pulses? (pictures) (SL 3 to 5 only)	Multiple choice, check correct answer	True = 1 False = 0 Summed for each item (min=0, max=6)	Mean Score from 0 to 6
Willingness to taste on the target food ⁵	4	4	Do you want to taste this food? (picture) <i>1 question per food</i>	Single choice 5-point liking scale	I don't want at all = 1 I don't really want to = 2 I neither want or not want to = 3 I kind of want to = 4 I really want to = 5	Score from 1 to 5 for each item
Identification of the target food ⁵	0	4	Write the name of the dish or food you recognize in the picture. <i>1 question per food</i>	Open question	True = 1 False = 0	Sum Score from 0 to 4
Attitudes toward food	48	48	For you, this food item is: yummy, yucky, makes you strong, makes you fat, you don't know it	Single choice	This is yummy = 1 This is yucky = 1 That makes me strong = 0 That makes me fat = 0 I don't know = NA	Hedonic score: sum yummy + yucky / total answers X 100
Food neophobia	0	6	I am very particular about the foods I will eat (R ⁶) I like foods from different countries I don't trust new foods (R) I like to try unusual foods I will try a dish, even if I do not know what is in it I am afraid to eat things I have never had before (R)	Single choice 5-point scale	Strongly disagree = 1 Disagree = 2 Neither agree nor disagree = 3 Agree = 4 Strongly agree = 5	Mean Score from 1 to 5

¹Among the outcomes, liking was measured with the connected scoring devices anonymously (no individual data); all the other outcomes were measured with paper questionnaires at the individual level. ²The number of items was adapted to the school level (SL) of the children: youngest children (levels 1 and 2) and oldest children (levels 3 to 5). ³Dish: green cabbage served with omelet or red beans in tomato sauce served with cheese croquette. ⁴Food type: cabbages or pulses. ⁵Target food: green cabbage or red beans. ⁶Reversed scoring.

2.7 Data collection procedure

Three questionnaires were used to collect data: attitudes toward food and food neophobia (Questionnaire 1); knowledge about cabbages, willingness to taste and identification of green cabbage (Questionnaire 2); knowledge about pulses, willingness to taste and identification of red beans (Questionnaire 3). An example of each questionnaire in French is available at <https://osf.io/sb29x/>. The questionnaires were adapted according to the school level of the children (i.e. fewer questions for SL1-2 children). All the questionnaires were pretested with a group of 10 children who did not participate in the main study. To give instructions to the children and supervise data collection, 10 research assistants were trained and spread among the four schools at each measurement point. The surname, first name, gender, school level and name of school of the children who answered the questionnaires were collected. The surname and first name guaranteed pre- and post-SFEP data matching at the participant level. A random number was attributed to each participant, and only this number was reported in the datasets (pseudonymized datasets). A summary of the experimental design is available in **Table 4**.

Table 4. Experimental design of the SFEPs

Timeline	Pre-SFEP1	SFEP1 ¹	Post-SFEP1	Pre-SFEP2	SFEP2 ²	Post-SFEP2
Intervention group		Weeks 11-12 in 2022			Weeks 19-20 in 2022	
Control group		No intervention			No intervention	
Liking of the dish (green cabbage with omelet)	10/15/2021		03/25/2022			
Liking of the dish (red beans in tomato sauce with cheese croquette)	11/08/2021					05/20/2022
Questionnaire 1	Week 10 in 2022					Weeks 24-25 in 2022
Questionnaire 2	Week 10 in 2022		Week 13 in 2022			
Questionnaire 3				Week 18 in 2022		Weeks 24-25 in 2022

¹SFEP1: Short food education program on cabbages. ²SFEP2: Short food education program on pulses.

2.8 Fidelity and satisfaction of the SFEPs (process evaluation)

The purpose of a process evaluation is to describe the quality of an intervention implementation (Leask et al., 2019; Proctor et al., 2011). We developed a process evaluation plan in order to collect information about how the two SFEPs were delivered to the children (Mowbray et al., 2003; Saunders et al., 2005). For this aim, we assessed SFEPs fidelity (i.e., the extent to which each SFEP was implemented as planned) and satisfaction (i.e., the extent to which the school canteen staff and the children were satisfied with each SFEP). To achieve this, the research team developed a check-

list of all the intervention components to evaluate SFEPs fidelity and a brief self-evaluation questionnaire to evaluate the satisfaction of the school canteen staff and children. The measures, coding and scoring are presented in **Table 5**. Descriptive elements were also included, such as the date, start and end time of the workshops, number of children (participants), and presence of facilitators. Following each SFEP, a group meeting with the canteen staff from both intervention schools was held to obtain their oral feedback on the implementation. The post-SFEP1 feedback revealed that the self-evaluation form was not adapted to the staff constraints and satisfaction assessment was added to the experimenters observation form to evaluate SFEP2 satisfaction.

Table 5. Measures, coding and scoring of SFEPs fidelity and satisfaction

	Measures	Coding	Scoring
Fidelity	Presence of the essential elements of the SFEPs (10 items)	For SFEP1, for each element: Not done = 0 Partially done = 1 Done = 2 For SFEP2, for each element: Not installed = 0 Partially installed = 1 Installed = 2	% of achievement (from 0 to 100)
	Application of taste education principles	Strongly disagree = 0 Not agree = 1 Neither agree nor disagree = 2 Agree = 3 Completely agree = 4	Score from 0 to 4
Satisfaction	Staff satisfaction with SFEPs	Not at all satisfied Not satisfied Moderately satisfied Satisfied Very satisfied	% for each category
	Children's satisfaction with SFEPs (perceived by staff)	Not at all satisfied Not satisfied Moderately satisfied Satisfied Very satisfied	% for each category

2.9 Statistical analyses

We followed a preregistered analytic plan (<https://osf.io/jyng6>). We did not exclude any participants based on missing data; responses with missing data were treated using pairwise deletion (i.e., a participant with missing data on a given variable was only excluded from the analyses involving this variable). Independent t tests were used to test the effect of the interventions on children's liking for target dishes between pre- and post-SFEP in the control and intervention groups separately. Linear mixed models were used to investigate whether changes in other outcomes between pre- and post-SFEP differed significantly between children from the intervention and control groups. This applied for the following dependent variables: knowledge score for cabbages and pulses, willingness to taste score

and identification for each target recipe, hedonic attitudinal score, and food neophobia score in a model with time (within-subject: pre-SFEP, post-SFEP), group (between-subject: intervention, control), time x group interaction as fixed effects and participant as a random effect to account for repeated measures. These models were replicated with adjustments for gender (girl/boy) and school level group (5 levels). Because the results were the same in the non-adjusted and adjusted models, we report only the results for the adjusted models, i.e., pre- and post-SFEP adjusted mean differences for the intervention and the control groups. Analyses on the identification of the target foods were not preregistered and were performed as exploratory analyses. The sample size was determined based on a power analysis (GPower v3.1) to detect a small effect size of $f=0.10$ in a mixed model. A total sample size of 328 children (approximately 160 children per study group) was necessary to reach 0.95 power at 0.05 alpha. To reach this sample size, two school canteens per group were necessary because an average of 150 children usually had lunch in each school canteen.

All statistical analyses were performed using SAS version 9.4 (SAS Institute, Inc., 2012 SAS® 9.4. Cary, NC). The proc mixed (or proc glimmix for the identification of the target foods) was used to run mixed models. The level of significance was set at $p<0.05$.

3. Results

3.1 Participants

A total of 660 elementary school children (approx. 6 and 11 years old) participated in the study: 338 children in the control group and 322 in the intervention group. The distribution between girls and boys was almost identical in both groups (**Table 6**). A higher proportion of older children participated in the intervention group than in the control group (62 vs. 56). The number of children who completed each questionnaire pre- and post-SFEP is available in **Table 7** in addition to the average number of children registered at the school canteen (and hence exposed to the SFEP). The number of participants and the timing of each SFEP component are summarized in **Table 8**.

Table 6 Frequencies (N, %) of children participating in the control and intervention groups split by gender (girls, boys) and school level (SL1-2, SL3 to 5)

	Control group		Intervention group	
	N	%	N	%
Gender				
Girls	164	49	162	50
Boys	174	51	160	50
School level¹				
SL1-2	148	44	121	38
SL3 to 5	190	56	201	62

¹School level (SL) of the children. Youngest children (levels 1 and 2) and oldest children (levels 3 to 5).

Table 7. Number of children who regularly ate at the school canteen and who responded to each questionnaire in the control and intervention groups

	Number of children registered in the school canteen ¹	Questionnaire 1			Questionnaire 2			Questionnaire 3		
		Pre	Post	Matching pre-post	Pre	Post	Matching pre-post	Pre	Post	Matching pre-post
Control group	320	308	303	282	308	292	274	277	304	262
Intervention group	282	267	284	237	265	251	221	260	282	233
Total	602	575	587	519	573	543	495	537	586	495

¹The number of children registered in the school canteen was based on the mean number of meals delivered in the four schools in March and May.

Table 8. Number of participants and duration of each SFEP

	SFEP1 ¹		SFEP2 ²	
	Number of participants	Duration (min)	Number of participants	Duration (min)
Sensory education workshops	256	41	257	40
Cooks' visit	208	12	255	12
Posters ³	288	2 weeks	275	2 weeks
Cooking workshop	16	70	14	90

¹Short food education program on cabbages. ²Short food education program on pulses. ³Number of participants is based on the number of meals delivered at the two pilot schools during the months of March and May.

3.2 Liking, knowledge, willingness to taste and identification before and after the SFEP1

Outcome measures related to SFEP1 are presented in **Table 9**. In the intervention group, the liking score of the dish was 3.26 (SD 1.45) at pre-SFEP and 3.21 (SD 1.42) at post-SFEP ($p=0.72$); in the control group, the liking of cabbage did not change either ($p=0.44$). The knowledge score for cabbages increased more in the intervention group than in the control group ($F_{\text{time} \times \text{group}} (1,480) = 65.97$; $p<0.001$). Willingness to taste green cabbage did not change significantly in either group ($F_{\text{time} \times \text{group}} (1,487) = 0$; $p=0.96$). We did not observe any interaction effect between time and group on the willingness to taste other foods (red cabbage, spinach and algae; see **Appendix C**). The percentage of children who identified green cabbage at post-SFEP1 was not significantly different from pre-SFEP1 in either the control or the intervention group ($F_{\text{time} \times \text{group}} (1,292) = 0.32$; $p=0.57$)

Table 9. Liking, knowledge, willingness to taste and identification before and after the SFEP1

	Pre-SFEP1 ¹			Post-SFEP1			Adjusted difference		<i>p</i>
	N	Mean	SD	N	Mean	SD	Estimate	95% confidence interval	
Liking²									
Control group	159	3.23	1.47	191	3.35	1.39	0.12	[-0.18;0.42]	0.44
Intervention group	174	3.26	1.45	172	3.21	1.42	-0.05	[-0.36;0.25]	0.72
Knowledge³									
Control group	302	3.29	0.81	291	3.51	0.85	0.26	[0.17;0.35]	<0.001
Intervention group	262	3.40	0.83	250	4.20	0.86	0.81	[0.72;0.91]	
Willingness to taste³									
Control group	306	1.87	1.30	291	1.99	1.35	0.10	[-0.04;0.24]	0.96
Intervention group	265	1.85	1.33	251	1.93	1.28	0.09	[-0.06;0.25]	
	N	Freq ⁴	%	N	Freq	%	Odds ratio	95% confidence interval	
Identification⁵									
Control group	170	22	13	165	33	20	1.72	[0.93;3.16]	0.57
Intervention group	163	33	13	168	28	17	1.33	[0.71;2.51]	

¹Short food education program on cabbages. ²Student's t-test, significance $p<0.05$. ³Linear mixed models including time (pre, post), group (control, intervention), time x group interaction as fixed effects and participant as random effect. The models were adjusted for gender and school level group. The proc mixed was used (SAS). The level of significance was set at $p<0.05$. The last column reports the time x group interaction. ⁴Frequency of correct answers. ⁵Same model as knowledge and willingness to taste, here proc glimmix was used (SAS).

3.3 Liking, knowledge, willingness to taste and identification before and after the SFEP2

Outcome measures related to SFEP2 are presented in **Table 10**. The liking score for the dish was significantly higher at post-SFEP (4.11 (SD 1.23)) than pre-SFEP (3.56 (SD 1.56)) in the control group ($p<0.001$). In the intervention group, the liking score did not change ($p=0.85$). The knowledge score for pulses increased more in the intervention group than in the control group ($F_{\text{time} \times \text{group}} (1,485) = 27.92$; $p<0.001$). The willingness to taste red beans increased significantly in the intervention group but not in the control group ($F_{\text{time} \times \text{group}} (1,489) = 12.29$; $p<0.001$). We did not observe any interaction effect between time and group on the willingness to taste other foods (lentils, quinoa and Chinese artichoke; see **Appendix C**). The proportion of children who identified red beans increased more in the intervention group than in the control group ($F_{\text{time} \times \text{group}} (1, 279) = 4.30$; $p=0.04$).

Table 10. Liking, knowledge, willingness to taste and identification before and after the SFEP2

	Pre-SFEP2 ¹			Post-SFEP2			Adjusted difference		<i>p</i>
	N	Mean	SD	N	Mean	SD	Estimate	95% confidence interval	
Liking²									
Control group	186	3.56	1.56	221	4.11	1.23	0.55	[0.27;0.83]	<0.001
Intervention group	186	3.76	1.20	187	3.73	1.43	-0,02	[-0,29;0,24]	0.85
Knowledge³									
Control group	275	3.70	0.81	300	3.80	0.81	0.10	[0.003;0.20]	<0.001
Intervention group	260	3.79	0.88	282	4.23	0.89	0.48	[0.38;0.58]	
Willingness to taste³									
Control group	277	3.73	1.56	303	3.77	1.60	0.11	[-0.04;0.25]	<0.001
Intervention group	260	3.37	1.56	282	3.80	1.52	0.49	[0.33;0.64]	
	N	Freq ⁴	%	N	Freq	%	Odds ratio	95% confidence interval	
Identification⁵									
Control group	156	100	64	168	125	74	1.81	[1.09;3.03]	0.04
Intervention group	153	105	69	177	157	89	4.19	[2.28;7.69]	

¹Short food education program on pulses. ²Student's t-test, significance $p<0.05$. ³Linear mixed models including time (pre, post), group (control, intervention), time x group interaction as fixed effects and participant as random effect. The models were adjusted for gender and school level group. The proc mixed was used (SAS). The level of significance was set at $p<0.05$. The last column reports the time x group interaction. ⁴Frequency of correct answers. ⁵Same model as knowledge and willingness to taste, here proc glimmix was used (SAS).

3.4 Hedonic attitude toward food and food neophobia before and after the SFEPs

Attitudes toward food and food neophobia were measured before and after both SFEPs (**Table 11**). A significant decrease in hedonic attitudes was observed over time ($F_{\text{time}} (1,497) = 24.61$; $p < 0.001$). However, the interaction between time and group was not significant ($F_{\text{time} \times \text{group}} (1,497) = 0.01$; $p = 0.91$). Similarly, a significant decrease in food neophobia was observed over time ($F_{\text{time}} (1,287) = 14.94$; $p = 0.001$). However, no significant interaction between time and group was observed ($F_{\text{time} \times \text{group}} (1,287) = 0.70$; $p = 0.40$).

Table 11. Hedonic attitude toward food and food neophobia before and after the SFEPs

	Pre-SFEPs ¹			Post-SFEPs			Adjusted difference ²		<i>p</i>
	N	Mean	SD	N	Mean	SD	Estimate	95% confidence interval	
Hedonic attitude									
Control group	296	77.8	23.0	297	73.3	25.2	-4.26	[-6.64;-1.88]	0.91
Intervention group	266	80.6	18.2	283	75.0	23.7	-4.47	[-6.98;-1.96]	
Food neophobia									
Control group	165	3.35	0.85	163	3.18	0.94	-0.20	[-0.33;-0.08]	0.40
Intervention group	165	3.39	0.69	178	3.26	0.87	-0.13	[-0.25;0.01]	

¹Short food education programs: SFEP1 on cabbages and SFEP2 on pulses. ²Linear mixed models including time (pre, post), group (control, intervention), time x group interaction as fixed effects and participant as random effect. The models were adjusted for gender and school level group. The proc mixed was used (SAS). The level of significance was set at $p < 0.05$. The last column reports the time x group interaction.

3.5 Fidelity and satisfaction

The score for the fidelity of essential elements carried out during the SFEP program was lower for the cabbage workshops (56%) than for the pulse treasure hunt (99%). The average score for following taste education principles was lower (2.76 (SD 0.79)) for the cabbage workshops than for the pulse treasure hunt (3.40 (SD 0.62)). Regarding cooking workshops, the average score for following taste education principles was 3.40 (SD 0.28) for kale chips and 3.40 (SD 0.57) for chocolate and red beans cake. Concerning staff satisfaction, 41% were “very satisfied” and 35% were “satisfied” with SFEP1, while 93% were “very satisfied” and 7% were “satisfied” with SFEP2. Concerning the children, 39% were perceived as “very satisfied” and 28% as “satisfied” by SFEP1, while 93% were perceived as “very satisfied” and 7% as “satisfied” by SFEP2.

The oral feedback from the staff of both schools in the intervention group indicated that the cabbage workshops were too dense and academic and required too much preparation time. The pulse treasure hunt was more appreciated because the children were free to choose the sensory activities in the order they wanted, alone or in groups. The school canteen staff indicated that the tools were well made. The cooking workshops and cooks’ visits were appreciated by the staff and the children.

The posters in the school canteen generated enthusiasm and curiosity from the children during the first days of display.

4. Discussion

This study aimed to evaluate how a short food education program (SFEP) may increase children's plant-based food acceptance and change eating traits. We hypothesized that the SFEPs may increase children's liking of the target dishes, knowledge about food type, willingness to taste and identification of the target foods while increasing pleasure-based attitudes toward food and decreasing food neophobia. As a result of SFEP1, the knowledge score for cabbages increased significantly; however, we did not observe a significant increase in the liking, willingness to taste and identification of green cabbage. Following SFEP2, the knowledge score for pulses increased significantly as well as the willingness to taste and the identification of red beans. The liking score increased only in the control group. For the hedonic and food neophobia scores, a significant decrease over time was observed in both groups, thus not specifically due to the SFEPs.

Both SFEPs led to an increase in knowledge about food type (cabbages and pulses). Despite the fact that the current SFEPs were short, they reached their goal of providing new information to the children about the target foods through a poster, a sensory workshop, a cook's visit and a cooking workshop. These SFEPs were co-created with school canteen staff to provide information to children in a fun way in line with their educational practices and did not directly address aspects such as the nutritional value of the foods, which could have counterproductive effects on liking (Maimaran & Fishbach, 2014; Wardle, 2000). If knowledge about a food item is a first step toward increasing its acceptance (Poelman et al., 2019), the willingness to taste is the next step. The results showed that willingness to taste increased for the red beans but not for the green cabbage. This difference can be explained by several factors. First, the identification task revealed that green cabbage was not well identified by the children in both groups (<20% of identification across schools and intervention stages), while red beans were better identified (>60% of identification across schools and intervention stages). The low level of identification of green cabbage on the picture may have hindered the children from making the link between the SFEP they received and the food presented in the questionnaire. Previous studies have shown that unfamiliarity with food is often a reason for taste refusal (Morizet et al., 2011; Rioux et al., 2018). This lack of identification may have led to unwillingness to taste. Second, the initial average liking scores before the SFEP was very different for the two target foods (~3.2 for green cabbage vs. ~3.6 for red beans, min = 1; max = 5), and even more so the average score for willingness to taste (~1.9 for green cabbage vs. ~3.5 for red beans, min = 1; max = 5). Because willingness to taste was assessed based on food pictures, we hypothesized that the picture of green

cabbage may have elicited a specific rejection, although it was a picture of food served in the school canteen. Finally, the sensory education workshops differed slightly for both target foods to adapt to local constraints, which may also explain different effects on willingness to taste. The SFEP about cabbages was composed of workshops and feedback sessions, while the SFEP about red beans was a “treasure hunt”, a more playful approach that was preferred by the children.

Beyond willingness to taste, we also wanted to determine whether the SFEP increased the liking score for the target dishes during lunch at the school canteen, measured just after food consumption. Liking for both target dishes was measured with connected scoring devices. The liking score did not increase after the SFEP as expected. This lack of effect on liking revealed that SFEPs did not have sufficient power to change liking above and beyond other factors that influenced children’s liking when eating their meals at school canteens. Liking may also have been influenced by other factors related to the school canteen environment: a more or less friendly atmosphere on measurement days, depending on the physical canteen space and number of children eating lunch, the acoustic and meal times (Horton & Forsberg, 2020). The measures pre- and post-SFEP were performed in different seasons (autumn and spring, respectively, 6 months apart). One possible way to increase liking could be to improve the taste, appearance and smell of the recipe (Diktas et al., 2021; Poelman et al., 2013; Poelman & Delahunty, 2011; Sick et al., 2019) by directly retrieving the sensory dimension of pleasure (Marty et al., 2018), which could be especially useful for green cabbage. This may be accomplished through the inclusion of the target food in a recipe with familiar visual presentation, such as a gratin or lasagna dish.

Finally, we observed that food neophobia decreased with time in both groups, while the hedonic attitude of the food categorization task decreased with time in favor of the nutritional dimension in both groups. Nutritional categorization increased with the age of children considered cross-sectionally, not longitudinally, at the expense of hedonic responses (Monnery-Patris et al., 2016). This reveals a general trend in the development of children’s cognition about food (i.e., a switch from hedonic to nutrition-based attitudes), which was not altered by a short-term food education program.

Overall, we found consistent results with other research work that have investigated the effects of school-based interventions and sensory education programs on children’s food related behaviors. For instance, the evaluation of “Taste Lessons” which is a Dutch school-based nutrition education program based on five lessons on different themes: taste development, healthy eating, food production, consumer skills, and cooking, showed an increase in children’s food knowledge and number of food tasted (Battjes-Fries et al., 2015). The evaluation of VERTICAL which is an Australian 5-week classroom-based teacher-led program, showed an increase in children’s knowledge and willingness to try

vegetables (Poelman, Cochet-Broch, et al., 2017; Poelman et al., 2019). The evaluation of the French program “*Les classes du goût*” which comprises 12 lessons delivered in classroom by teachers showed an increase in willingness to try new foods as well as a decrease in food neophobia (Park & Cho, 2016; Reverdy et al., 2008).

Regarding SFEPs fidelity and feedback from the staff, SFEP2 performed better than SFEP1, especially for sensory education workshops. For both SFEPs, few children could participate in the cooking workshops for organizational reasons. However, these workshops and the cooks’ visits were appreciated by the school canteen staff and the children. The pulse treasure hunt was better implemented and more appreciated than the sensory education workshops about cabbages, which could partly explain why we obtained better results in terms of willingness to taste for red beans than for green cabbage. The children and the school canteen staff expressed that they would like to replicate these interventions not only for disliked target foods but also for foods enjoyed by children (e.g., cereals, chocolate, and fruit). Regarding the period of the SFEPs, the staff members found that the two two-week periods were slightly busy and too close to each other in time. In the future, the staff members suggested more occasional activities during the year, for example, one per season. Therefore, it would be interesting to assess whether the repetition of interventions could enhance effects on children's food acceptance and eating traits, or lead to a sense of weariness for them (Karagiannaki et al., 2021).

The present study has several limitations. First, the liking data were anonymous, which did not allow repeated-measures matching at the individual level as for the other outcomes. This may have limited the power of the statistical analyses. In addition, the children had to vote on the main dish, while the SFEPs focused on only one component of this dish, which likely reduced the effect size of the intervention on the liking measure. Finally, the outcome measures were not limited to children who took part in the SFEPs; instead, data were collected from all the children who were present during the lunch break on the days of data collection, which may have reduced the size of the observed effects.

This study also has several strengths. First, the SFEPs were co-created with a multidisciplinary team involving three types of professions working in school canteens, although a limitation is that children were not included at this co-creation stage. The staff who delivered the SFEPs were trained by a professional in sensory education. Second, the SFEPs and their evaluation took place in real life (in school canteens), a context that may establish social norms about eating and may facilitate the incorporation of learning by children in relation to the environment of the program (Comoretto, 2017). Third, this study focused not only on vegetables (commonly selected as target foods in previous studies) but also on pulses, which play a special role in the perspective of dietary transition (Ferreira

et al., 2021). In addition to education programs deployed in classrooms (Battjes-Fries et al., 2015; Mustonen et al., 2009; Park & Cho, 2016; Poelman et al., 2019; Reverdy et al., 2008), the school meal context is appropriate and effective to offer children food education provided that proper implementation can be organized in collaboration with school canteen staff. The initiation, implementation and institutionalization of such a program is also based on building staff motivation, developing capacity and legitimizing sensory education, which requires long-term collaboration (Porter et al., 2018).

5. Conclusion

This is one of the first studies that developed, implemented and evaluated a short food education programs based on sensory education and pleasure of eating in collaboration with school canteen staff. This program was delivered in two primary school canteens and targeted two plant-based foods served in school canteens: green cabbage and red beans. The evaluation of the SFEPs showed positive effects to increase children's knowledge on pulses, willingness to taste and identification of red beans, but for cabbages, only an increase in knowledge was observed. The extension of this type of program (short and in the school canteen) could help develop a shared food culture for both the school canteen staff and the children to promote healthy and sustainable food consumption.

Appendices

Appendix A: Picture of the connected scoring devices and the target dishes

Appendix B: Co-creation process of the “Chouette Cantine” program and training program for staff members

Appendix C: Willingness to taste other foods

Abbreviations

FAO: Food and Agriculture Organization

GHGE: greenhouse gas emissions

SFEP: short food education program

SFEP1: short food education program on cabbages

SFEP2: short food education program on pulses

VERTICAL: Vegetable and Education Resource to Increase Children's Acceptance and Liking

WHO: World Health Organization

Ethics approval and consent to participate

The UBFC Research Ethics Committee provided ethical approval for this study (CERUBFC-2021-12-21-049), and the CNRS data protection officer approved compliance with the European General Data Protection Regulation (registration number 2-22086).

Availability of data and materials

The datasets, SAS codes used and/or analyses during the current study are available from the corresponding author on reasonable request. The tools and the content of the SFEP are available from the corresponding author on reasonable request.

Authors' contributions

JD, SN and LM formulated the research question, designed the trial and directed the research. AG and MP advised on aspects of the study design (SEP design) and implementations. JD, FT and MP were involved in intervention delivery. JD, SN, LM and FT were involved in data collection. FT was involved in data analysis. JD drafted the manuscript with input from SN and LM. The authors read and approved the final manuscript.

Funding

This research was funded by a grant to S.N. (Danone International Prize on Alimentation 2018), a grant from the Dijon Municipality in the frame of the “Dijon Alimentation Durable 2030” initiative, which supported the PhD fellowship of J.D., and a grant from the Caisse des dépôts et consignations through the “Territoires d’innovation” funding scheme. The funders were not involved in the design, analysis or interpretation of the present results.

Acknowledgements

The authors wish to thank the participants who created the “Chouette Cantine” program and the staff from the City of Dijon: Murielle Da Silva, Zoé Tillocher, Nicolas Naltet, Saïd El Kassimi, Marjorie Mimouni, Mélanie Paris, Loïc Delorme, David Muongsene, Delphine Guinard, Olivia Rol and Ludovic Dudragne. The authors sincerely thank the central kitchen agents, the canteen service agents and the extracurricular activity agents who participated in the “Chouette Cantine” program. The authors gratefully acknowledge all the children who participated in this study. The authors would also like to thank the INRAE research assistants (Quentin Gendre, Emilie Szleper, Valérie Feyen, Laura Arrazat, Camille Riera-Navarro, Alexia Geny, Victorien Perussel and Raphaël Tricot) who administered the questionnaires to the children and the extracurricular activity agents of the control schools.

References

- ANSES. (2021a). Rapport d'appui scientifique et technique relatif aux fréquences alimentaires recommandées en restauration scolaire dans le cadre de l'expérimentation du menu végétarien (saisine 2020-SA-0101). Maisons-Alfort : Anses, p. 47). <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2020SA0101Ra.pdf>
- ANSES. (2021b). Etat des lieux des consommations alimentaires et apports nutritionnels dans la restauration hors foyer en France, à partir des données de l'étude INCA3 (2014-2015) (demande 2018-SA-0291). <https://www.anses.fr/fr/system/files/OQALI2018SA0291Ra.pdf>
- Ares, G., De Rosso, S., Mueller, C., Philippe, K., Pickard, A., Nicklaus, S., van Kleef, E., & Varela, P. (2023). Development of food literacy in children and adolescents: Implications for the design of strategies to promote healthier and more sustainable diets. *Nutrition Reviews*, nuad072. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuad072>
- Batlle-Bayer, L., Bala, A., Aldaco, R., Vidal-Monés, B., Colomé, R., & Fullana-i-Palmer, P. (2021). An explorative assessment of environmental and nutritional benefits of introducing low-carbon meals to Barcelona schools. *Science of The Total Environment*, 756, 143879. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143879>
- Battjes-Fries, M. C. E., Haveman-Nies, A., Zeinstra, G. G., van Dongen, E. J. I., Meester, H. J., van den Top-Pullen, R., van't Veer, P., & de Graaf, K. (2016). Effectiveness of Taste Lessons with and without additional experiential learning activities on children's willingness to taste vegetables. *Appetite*, 109, 201–208. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.05.020>
- Battjes-Fries, M. C., Haveman-Nies, A., Renes, R.-J., Meester, H. J., & van 't Veer, P. (2015). Effect of the Dutch school-based education programme 'Taste Lessons' on behavioural determinants of taste acceptance and healthy eating: A quasi-experimental study. *Public Health Nutrition*, 18(12), 2231–2241. <https://doi.org/10.1017/S1368980014003012>
- Bell, L. K., Gardner, C., Tian, E. J., Cochet-Broch, M. O., Poelman, A. A., Cox, D. N., Nicklaus, S., Matvienko-Sikar, K., Daniels, L. A., Kumar, S., & Golley, R. K. (2021). Supporting strategies for enhancing vegetable liking in the early years of life: An umbrella review of systematic reviews. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 113(5), 1282–1300. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa384>
- Benvenuti, L., De Santis, A., Santesarti, F., & Tocca, L. (2016). An optimal plan for food consumption with minimal environmental impact: The case of school lunch menus. *Journal of Cleaner Production*, 129, 704–713. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.051>
- Bertin, E. (2020). Pour une approche tridimensionnelle de l'éducation à l'alimentation. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 55(3), 119–126. <https://doi.org/10.1016/j.cnd.2020.03.002>
- Brennan, S. F., Lavelle, F., Moore, S. E., Dean, M., McKinley, M. C., McCole, P., Hunter, R. F., Dunne, L., O'Connell, N. E., Cardwell, C. R., Elliott, C. T., McCarthy, D., & Woodside, J. V. (2021). Food environment intervention improves food knowledge, wellbeing and dietary habits in primary school children: Project Daire, a randomised-controlled, factorial design cluster trial. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 18(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01086-y>
- Carraway-Stage, V., Spangler, H., Borges, M., & Goodell, L. S. (2014). Evaluation of a pictorial method to assess liking of familiar fruits and vegetables among preschool children. *Appetite*, 75, 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2013.12.011>

- Coleman, P. C., Murphy, L., Nyman, M., & Oyeboode, O. (2021). Operationalising the EAT–Lancet Commissions’ targets to achieve healthy and sustainable diets. *The Lancet Planetary Health*, 5(7), e398–e399. <https://www.thelancet.com/journals/lanplh/home>
- Comoretto, G. (Ed.). (2017). *Le repas à la cantine: Une expérience forcément négative ?* Éditions La Découverte : Fondation pour les sciences sociales.
- Cooke, L., Carnell, S., & Wardle, J. (2006). Food neophobia and mealtime food consumption in 4–5 year old children. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-3-14>
- Cooke, L. J., & Wardle, J. (2005). Age and gender differences in children’s food preferences. *British Journal of Nutrition*, 93(5), 741–746. <https://doi.org/10.1079/BJN20051389>
- Cooreman-Algoed, M., Huysveld, S., Lachat, C., & Dewulf, J. (2020). How to integrate nutritional recommendations and environmental policy targets at the meal level: A university canteen example. *Sustainable Production and Consumption*, 21, 120–131. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.10.004>
- Cotton, W., Dudley, D., Peralta, L., & Werkhoven, T. (2020). The effect of teacher-delivered nutrition education programs on elementary-aged students: An updated systematic review and meta-analysis. *Preventive Medicine Reports*, 20, 101178. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2020.101178>
- Coulthard, H., & Sealy, A. (2017). Play with your food! Sensory play is associated with tasting of fruits and vegetables in preschool children. *Appetite*, 113, 84–90. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.02.003>
- Dahmani, J., Nicklaus, S., Grenier, J.-M., & Marty, L. (2022). Nutritional quality and greenhouse gas emissions of vegetarian and non-vegetarian primary school meals: A case study in Dijon, France. *Frontiers in Nutrition*, 9, 997144. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.997144>
- DeCosta, P., Møller, P., Frøst, M. B., & Olsen, A. (2017). Changing children’s eating behaviour—A review of experimental research. *Appetite*, 113, 327–357. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.03.004>
- Diktas, H. E., Roe, L. S., Keller, K. L., Sanchez, C. E., & Rolls, B. J. (2021). Promoting vegetable intake in preschool children: Independent and combined effects of portion size and flavor enhancement. *Appetite*, 164, 105250. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105250>
- Donadini, G., Spigno, G., Fumi, M. D., & Porretta, S. (2022). School lunch acceptance in pre-schoolers. Liking of meals, individual meal components and quantification of leftovers for vegetable and fish dishes in a real eating situation in Italy. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 28, 100520. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100520>
- Elinder, L. S., Eustachio Colombo, P., Patterson, E., Parlesak, A., & Lindroos, A. K. (2020). Successful Implementation of Climate-Friendly, Nutritious, and Acceptable School Meals in Practice: The OPTIMAT™ Intervention Study. *Sustainability*, 12(20), 8475. <https://doi.org/10.3390/su12208475>
- Eustachio Colombo, P., Patterson, E., Lindroos, A. K., Parlesak, A., & Elinder, L. S. (2020). Sustainable and acceptable school meals through optimization analysis: An intervention study. *Nutrition Journal*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12937-020-00579-z>
- FAO and WHO. (2019). Sustainable healthy diets: Guiding principles. Food and Agriculture Organization of the United Nations : World Health Organization. <https://www.fao.org/3/ca6640en/ca6640en.pdf>

- Ferreira, H., Pinto, E., & Vasconcelos, M. W. (2021). Legumes as a Cornerstone of the Transition Toward More Sustainable Agri-Food Systems and Diets in Europe. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2021.694121>
- Gaignaire, A., & Politzer, N. (2010). Les restos du goût 12 ateliers—Repas au restaurant scolaire (Yves Michel).
- GEMRCN. (2011). Recommandation nutrition (GEM-RCN) (complétée et mise à jour le 10 octobre 2011). <https://www.economie.gouv.fr/daj/oeap-archives-recommandation-nutrition-gem-rcn-completee-et-mise-a-jour-10-octobre-2011>
- Horton, P., & Forsberg, C. (2020). Safe spaces? A social-ecological perspective on student perceptions of safety in the environment of the school canteen. *Educational Research*, 62(1), 95–110. <https://doi.org/10.1080/00131881.2020.1715235>
- Karagiannaki, K., Ritz, C., Jensen, L. G. H., Tørsleff, E. H., Møller, P., Hausner, H., & Olsen, A. (2021). Optimising Repeated Exposure: Determining Optimal Exposure Frequency for Introducing a Novel Vegetable among Children. *Foods* (Basel, Switzerland), 10(5), 913. <https://doi.org/10.3390/foods10050913>
- Leask, C. F., Sandlund, M., Skelton, D. A., Altenburg, T. M., Cardon, G., Chinapaw, M. J. M., De Bourdeaudhuij, I., Verloigne, M., Chastin, S. F. M., & GrandStand, Safe Step and Teenage Girls on the Move Research Groups. (2019). Framework, principles and recommendations for utilising participatory methodologies in the co-creation and evaluation of public health interventions. *Research Involvement and Engagement*, 5, 2. <https://doi.org/10.1186/s40900-018-0136-9>
- Lioret, S., McNaughton, S. A., Spence, A. C., Crawford, D., & Campbell, K. J. (2013). Tracking of dietary intakes in early childhood: The Melbourne InFANT Program. *European Journal of Clinical Nutrition*, 67(3), Article 3. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2012.218>
- Luque, V., Escribano, J., Closa-Monasterolo, R., Zaragoza-Jordana, M., Ferré, N., Grote, V., Koletzko, B., Totzauer, M., Verduci, E., ReDionigi, A., Gruszfeld, D., Socha, P., Rousseaux, D., Moretti, M., Oddy, W., & Ambrosini, G. L. (2018). Unhealthy Dietary Patterns Established in Infancy Track to Mid-Childhood: The EU Childhood Obesity Project. *The Journal of Nutrition*, 148(5), 752–759. <https://doi.org/10.1093/jn/nxy025>
- Maimaran, M., & Fishbach, A. (2014). If It's Useful and You Know It, Do You Eat? Preschoolers Refrain from Instrumental Food. *Journal of Consumer Research*, 41(3), 642–655. <https://doi.org/10.1086/677224>
- Marty, L., Chambaron, S., Nicklaus, S., & Monnery-Patris, S. (2018). Learned pleasure from eating: An opportunity to promote healthy eating in children? *Appetite*, 120, 265–274. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.09.006>
- Ministry of Education Youth and Sports. (2020). Vademecum—Education à l'alimentation et au goût. <https://eduscol.education.fr/document/1857/download>
- Ministry of Food and Agriculture. (2022). Découvrir l'alimentation par les cinq sens: Les classes du goût. <https://agriculture.gouv.fr/decouvrir-lalimentation-par-les-cinq-sens-les-classes-du-gout>
- Monnery-Patris, S., Marty, L., Bayer, F., Nicklaus, S., & Chambaron, S. (2016). Explicit and implicit tasks for assessing hedonic-versus nutrition-based attitudes towards food in French children. *Appetite*, 96, 580–587. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.10.026>

- Morizet, D., Depezay, L., Masse, P., Combris, P., & Giboreau, A. (2011). Perceptual and lexical knowledge of vegetables in preadolescent children. *Appetite*, 57(1), 142–147. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.04.006>
- Mowbray, C. T., Holter, M. C., Teague, G. B., & Bybee, D. (2003). Fidelity Criteria: Development, Measurement, and Validation. *American Journal of Evaluation*, 24(3), Article 3. <https://doi.org/10.1177/109821400302400303>
- Mustonen, S., Rantanen, R., & Tuorila, H. (2009). Effect of sensory education on school children's food perception: A 2-year follow-up study. *Food Quality and Preference*, 20(3), 230–240. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.10.003>
- Mustonen, S., & Tuorila, H. (2010). Sensory education decreases food neophobia score and encourages trying unfamiliar foods in 8–12-year-old children. *Food Quality and Preference*, 21(4), 353–360. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.09.001>
- Nekitsing, C., Hetherington, M. M., & Blundell-Birtill, P. (2018). Developing Healthy Food Preferences in Preschool Children Through Taste Exposure, Sensory Learning, and Nutrition Education. *Current Obesity Reports*, 7(1), 60–67. <https://doi.org/10.1007/s13679-018-0297-8>
- Nicklaus, S. (2016). The role of food experiences during early childhood in food pleasure learning. *Appetite*, 104, 3–9. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.08.022>
- Nicklaus, S., Boggio, V., Chabanet, C., & Issanchou, S. (2005). A prospective study of food variety seeking in childhood, adolescence and early adult life. *Appetite*, 44(3), Article 3. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2005.01.006>
- Nicklaus, S., Boggio, V., & Issanchou, S. (2007). Food choices at lunch during the third year of life: High selection of animal and starchy foods but avoidance of vegetables: Food choices at lunch during the third year of life. *Acta Paediatrica*, 94(7), 943–951. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2005.tb02015.x>
- Nicklaus, S., & Remy, E. (2013). Early Origins of Overeating: Tracking Between Early Food Habits and Later Eating Patterns. *Current Obesity Reports*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.1007/s13679-013-0055-x>
- Oostindjer, M., Aschemann-Witzel, J., Wang, Q., Skuland, S. E., Egeland, B., Amdam, G. V., Schjøll, A., Pachucki, M. C., Rozin, P., Stein, J., Lengard Almli, V., & Van Kleef, E. (2017). Are school meals a viable and sustainable tool to improve the healthiness and sustainability of children's diet and food consumption? A cross-national comparative perspective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(18), 3942–3958. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1197180>
- Park, B.-K., & Cho, M.-S. (2016). Taste education reduces food neophobia and increases willingness to try novel foods in school children. *Nutrition Research and Practice*, 10(2), 221–228. <https://doi.org/10.4162/nrp.2016.10.2.221>
- Poelman, A. A. M., Cochet-Broch, M., Cox, D. N., & Vogrig, D. (2017). VERTICAL: A Sensory Education Program for Australian Primary Schools to Promote Children's Vegetable Consumption. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 49(6), 527–528.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2017.04.001>
- Poelman, A. A. M., Cochet-Broch, M., Cox, D. N., & Vogrig, D. (2019). Vegetable Education Program Positively Affects Factors Associated With Vegetable Consumption Among Australian Primary (Elementary) Schoolchildren. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 51(4), 492–497.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2018.11.002>

- Poelman, A. A. M., Cochet-Broch, M., Wiggins, B., McCrea, R., Heffernan, J. E., Beelen, J., & Cox, D. N. (2020). Effect of Experiential Vegetable Education Program on Mediating Factors of Vegetable Consumption in Australian Primary School Students: A Cluster-Randomized Controlled Trial. *Nutrients*, 12(8), 2343. <https://doi.org/10.3390/nu12082343>
- Poelman, A. A. M., & Delahunty, C. M. (2011). The effect of preparation method and typicality of colour on children's acceptance for vegetables. *Food Quality and Preference*, 22(4), 355–364. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.01.001>
- Poelman, A. A. M., Delahunty, C. M., & de Graaf, C. (2013). Cooking time but not cooking method affects children's acceptance of Brassica vegetables. *Food Quality and Preference*, 28(2), 441–448. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.12.003>
- Poelman, A. A. M., Delahunty, C. M., & de Graaf, C. (2017). Vegetables and other core food groups: A comparison of key flavour and texture properties. *Food Quality and Preference*, 56, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.09.004>
- Poinsot, R., Vieux, F., Maillot, M., & Darmon, N. (2022). Number of meal components, nutritional guidelines, vegetarian meals, avoiding ruminant meat: What is the best trade-off for improving school meal sustainability? *European Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1007/s00394-022-02868-1>
- Porter, K. J., Koch, P. A., & Contento, I. R. (2018). Why and How Schools Make Nutrition Education Programs “Work.” *Journal of School Health*, 88(1), 23–33. <https://doi.org/10.1111/josh.12577>
- Proctor, E., Silmere, H., Raghavan, R., Hovmand, P., Aarons, G., Bunger, A., Griffey, R., & Hensley, M. (2011). Outcomes for Implementation Research: Conceptual Distinctions, Measurement Challenges, and Research Agenda. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 38(2), 65–76. <https://doi.org/10.1007/s10488-010-0319-7>
- Puisais, J., & Pierre, C. (1987). *Le goût et l'enfant*. Flammarion.
- Ramsay, S. A., Roe, A. J., Davis, J. N., Price, W. J., & Johnson, S. L. (2017). Repeated exposures and child centered nutrition phrases increases young children's consumption and liking of lentils. *Food Quality and Preference*, 62, 317–322. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.03.002>
- Rasmussen, M., Krølner, R., Klepp, K.-I., Lytle, L., Brug, J., Bere, E., & Due, P. (2006). Determinants of fruit and vegetable consumption among children and adolescents: A review of the literature. Part I: quantitative studies. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 3(1), 22. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-3-22>
- Reverdy, C., Chesnel, F., Schlich, P., Köster, E. P., & Lange, C. (2008). Effect of sensory education on willingness to taste novel food in children. *Appetite*, 51(1), 156–165. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.01.010>
- Richonnet, C., Mosser, F., Favre, E., Robert, M., Martin, F., & Thiebaut, I. (2021). Nutritional Quality and Degree of Processing of Children's Foods Assessment on the French Market. *Nutrients*, 14(1), 171. <https://doi.org/10.3390/nu14010171>
- Rioux, C., Lafraine, J., & Picard, D. (2018). Visual exposure and categorization performance positively influence 3- to 6-year-old children's willingness to taste unfamiliar vegetables. 120:32-42. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.08.016>
- Rubio, B., Rigal, N., Boireau-Ducept, N., Mallet, P., & Meyer, T. (2008). Measuring willingness to try new foods: A self-report questionnaire for French-speaking children. *Appetite*, 50(2–3), 408–414. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.09.012>

- Saunders, R. P., Evans, M. H., & Joshi, P. (2005). Developing a Process-Evaluation Plan for Assessing Health Promotion Program Implementation: A How-To Guide. *Health Promotion Practice*, 6(2), Article 2. <https://doi.org/10.1177/1524839904273387>
- Schwartz, C., Scholtens, P. A. M. J., Lalanee, A., Weenen, H., & Nicklaus, S. (2011). Development of healthy eating habits early in life. Review of recent evidence and selected guidelines. *Appetite*, 57(3), 796–807. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.05.316>
- Sick, J., Højer, R., & Olsen, A. (2019). Children's Self-Reported Reasons for Accepting and Rejecting Foods. *Nutrients*, 11(10), 2455. <https://doi.org/10.3390/nu11102455>
- Tauriello, S., McGovern, L., Bartholomew, B., Epstein, L. H., Leone, L. A., Goldsmith, J., Kubiniec, E., & Anzman-Frasca, S. (2021). Taste Ratings of Healthier Main and Side Dishes among 4-to-8-Year-Old Children in a Quick-Service Restaurant Chain. *Nutrients*, 13(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/nu13020673>
- Varman, S. D., Cliff, D. P., Jones, R. A., Hammersley, M. L., Zhang, Z., Charlton, K., & Kelly, B. (2021). Experiential Learning Interventions and Healthy Eating Outcomes in Children: A Systematic Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(20), Article 20. <https://doi.org/10.3390/ijerph182010824>
- Wardle, J. (2000). An experimental investigation of the influence of health information on children's taste preferences. *Health Education Research*, 15(1), 39–44. <https://doi.org/10.1093/her/15.1.39>
- Wardle, J., Herrera, M.-L., Cooke, L., & Gibson, E. L. (2003). Modifying children's food preferences: The effects of exposure and reward on acceptance of an unfamiliar vegetable. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57(2), 341–348. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601541>
- World Food Programme. (2022). The State of School Feeding Worldwide 2022. <https://www.wfp.org/publications/state-school-feeding-worldwide-2022>
- World Health Organization. (2016). Report of the commission on ending childhood obesity. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/204176>
- Zwass, V. (2010). Co-Creation: Toward a Taxonomy and an Integrated Research Perspective. *International Journal of Electronic Commerce*, 15(1), 11–48. <https://doi.org/10.2753/JEC1086-4415150101>

Appendix A: Picture of the connected scoring devices and of the target dishes



Figure A.1. Picture of the connected scoring devices



Green cabbage (served with omelet)



Red beans in tomato sauce
(served with cheese croquette)

Figure A.2. Pictures of the target dishes as served in the school canteens

Appendix B: Co-creation process of the “Chouette Cantine” program and training program for school canteen staff members

Table B.1. Timeline and objectives of the co-creation process of the “Chouette Cantine” program

Sessions	Date / period	Objectives
Sessions 1 and 2	June 2021	Co-design of the sensory education program “Chouette Cantine”
Session 3	September 2021	Feedback on sessions 1 and 2
Session 4	October 2021	Choice of the target foods
Sessions 5, 6 and 7	November 2021 to January 2022	Co-design of the intervention tools

Table B.2. Description of the training program for staff members involved in the implementation of the “Chouette Cantine” program

Sessions	Duration	Objectives	Staff category		
			Animation	Service	Central kitchen
Session 1	1:30	- Presentation of participants - Presentation of the principles of sensory education and examples - Presentation of the “Chouette Cantine” program	X	X	X
	1:30	- Training to the sensory education approach	X	X	
Session 2	1:00	- Presentation of the sensory education workshops on cabbages	X		
	1:30	- Presentation of the cooks’ visits			X
Session 3	2:30	- Presentation of the sensory education workshops (treasure hunt) on pulses	X		

Appendix C: Willingness to taste other foods

Table C.1. Willingness to taste (WT) other foods (asked with WT for green cabbage)

	Pre-SFEP1			Post- SFEP1			Adjusted difference ¹		p value
	N	Mean	SD	N	Mean	SD	Estimate	95% CI	
WT red cabbage									
Control group	308	2.81	1.66	291	3.10	1.59	0.32	[0.17;0.48]	0.32
Intervention group	265	2.86	1.56	251	3.12	1.51	0.26	[0.09;0.43]	0.26
WT spinach									
Control group	307	2.95	1.72	291	3.13	1.69	0.19	[0.02;0.35]	0.19
Intervention group	265	2.96	1.73	251	3.07	1.64	0.19	[0.01;0.37]	0.19
WT algae									
Control group	307	2.08	1.36	290	1.98	1.35	-0.14	[-0.30;0.004]	-0.15
Intervention group	265	2.23	1.43	251	2.26	1.42	0.06	[-0.10;0.23]	0.06

¹Linear mixed models including time (pre, post), group (control, intervention), time x group interaction as fixed effects and participant as random effect. The models were adjusted for gender and school level group. The proc mixed was used (SAS). The level of significance was set at p<0.05. The last column reports the time x group interaction.

Table C.2. Willingness to taste (WT) other foods (asked with WT for red beans)

	Pre- SFEP2			Post- SFEP2			Adjusted difference ¹		p value
	N	Mean	SD	N	Mean	SD	Estimate	95% CI	
WT lentils									
Control group	277	2.94	1.57	303	2.99	1.65	0.10	[-0.05;0.25]	-0.05
Intervention group	260	2.90	1.56	282	3.09	1.59	0.17	[0.01;0.34]	0.01
WT quinoa									
Control group	277	3.77	1.51	304	3.64	1.61	-0.13	[-0.28;0.02]	-0.13
Intervention group	260	3.87	1.35	282	3.88	1.35	0.08	[-0.07;0.24]	0.08
WT chinese artichoke									
Control group	277	2.54	1.56	303	2.55	1.60	0.02	[-0.14;0.18]	0.18
Intervention group	260	2.86	1.60	282	3.04	1.67	0.20	[0.03;0.37]	0.37

¹Linear mixed models including time (pre, post), group (control, intervention), time x group interaction as fixed effects and participant as random effect. The models were adjusted for gender and school level group. The proc mixed was used (SAS). The level of significance was set at p<0.05. The last column reports the time x group interaction.