

WORKING-PAPER – UMR MOISA

Composition nutritionnelle des plats complets végétariens et non-végétariens proposés en restauration scolaire : une étude du collectif EnScol

Collectif EnScol

Darmon, N. et Vieux, F. (animateurs du collectif), Poinot, R. (doctorante),
Cocchiello, L., De Alexandris, C., Dubois, C., Galissant, C., Huc, M.L., Lacombe, B.,
Le Gonidec, D., Lignon, L., Méjean, C., Monnery-Patris, S., Nicklaus, S.,
Perignon, M., Rodhain, A., Sebbane, M.

WORKING PAPER MOISA 2020-3



WORKING-PAPER – UMR MOISA

Composition nutritionnelle des plats complets végétariens et non-végétariens proposés en restauration scolaire : une étude du collectif EnScol

Collectif EnScol

Nicole Darmon^a et Florent Vieux^b (animateurs du collectif), Romane Poinot^{a,b} (doctorante), Lugdivine Cocchiello^c, Constance De Alexandris^d, Christophe Dubois^e, Carole Galissant^{f,g}, Marie-Line Huc^{h,i}, Brice Lacombe^{j,k}, Delphine Le Gonidec^l, Luc Lignon^l, Caroline Méjean^a, Sandrine Monnery-Patris^m, Sophie Nicklaus^m, Marlène Perignon^a, Angélique Rodhain^{n,o}, Maxime Sebbane^p

^a MOISA, INRAE, Univ Montpellier, CIHEAM-IAMM, CIRAD, Montpellier SupAgro, Montpellier, France

^b MS-Nutrition, faculté de médecine La Timone, 13385 Marseille

^c Aix Marseille Provence Métropole, Direction de l'Agriculture, Service Alimentation, économie Agricole et Innovation, 13002 Marseille

^d Ecoceaty, 13012 Marseille

^e Trophis, 13170 Les Pennes Mirabeau

^f Sodexo, Service aux Opérations France, Pôle culinaire Education-Expertise Nutrition, 78043 Guyancourt

^g SNRC, Syndicat national de la restauration collective, Commission Nutrition, 75008 Paris

^h CENA, Club Experts Nutrition et Alimentation, 73570 Brides-les-Bains

ⁱ AFDN, Association Française des Diététiciens-Nutritionnistes, 75012 Paris

^j ADHEN, Association Pour Le Développement de l'Hygiène et l'Equilibre Nutritionnel, 45000 Orléans

^k Restau'Co, 75009 Paris

^l Mairie de Montpellier, Direction de la Politique Alimentaire, Département de la Réussite Educative et Patrimoine Immobilier, 34000 Montpellier

^m Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation, AgroSup Dijon, CNRS, INRA, Univ. Bourgogne Franche-Comté, 21000 Dijon, France

ⁿ Association des parents d'Élèves des Écoles du plan des 4 seigneurs, 34090 Montpellier

^o MRM, Montpellier Recherche en Management, Université de Montpellier, 34090 Montpellier

^p Centre de Recherche de l'Institut Paul Bocuse, 69130 Ecully

Le collectif EnScol a été créé en 2019 grâce au dispositif de soutien à la recherche participative CO3 (CO-CONstruction des Connaissances pour la transition écologique et solidaire) de l'ADEME, la Fondation de France, Agropolis Fondation, la Fondation Daniel & Nina Carasso et la fondation Charles Léopold Mayer – FPH. (voir Annexe 1 pour une description du collectif EnScol)



WORKING-PAPER – UMR MOISA

Résumé

Contexte : En France, depuis le 1er novembre 2019, tous les restaurants scolaires de la maternelle au lycée sont tenus de proposer au moins une fois par semaine un menu végétarien. La présente étude a été initiée et co-élaborée par les membres du collectif EnScol, un collectif de chercheurs et de professionnels de la restauration scolaire.

Objectif : Evaluer la composition nutritionnelle de plats végétariens servis aux enfants à l'école primaire.

Méthodes : La composition nutritionnelle de plats complets (c'est-à-dire l'association plat protidique et accompagnement) a été étudiée, et comparée selon qu'ils étaient végétariens (n=315) ou non-végétariens (n=669). Au sein des plats complets végétariens, trois catégories ont été définies et comparées entre elles : plats sans aucun ingrédient d'origine animale, plats avec fromage, plats contenant des œufs et/ou des produits laitiers autres que du fromage.

Résultats : Les plats complets, qu'ils soient végétariens ou non-végétariens, affichent des teneurs élevées en protéines et des teneurs convenables pour tous les nutriments « protecteurs », à l'exception des acides gras oméga 3 (acide alpha-linolénique-ALA et acide docosahexaénoïque-DHA) et de la vitamine D. Les teneurs en calcium sont convenables pour les plats végétariens dans leur ensemble mais pas pour les non-végétariens. Les trois catégories de plats complets végétariens affichent des teneurs convenables en plusieurs nutriments « protecteurs » (fibres, vitamines A, B1, B3, B6, B9, E, fer, magnésium, cuivre, iode, sélénium), chaque catégorie présentant ses propres caractéristiques nutritionnelles :

- les plats sans aucun ingrédient d'origine animale contiennent beaucoup de fibres et peu d'acides gras saturés (AGS) mais ils présentent des teneurs faibles en vitamines B2 et B12, et en calcium et ils manquent totalement de vitamine D et de DHA. Ils contiennent beaucoup de fer, mais il s'agit de fer non-héminique dont l'absorption est plus faible que le fer héminique d'origine animale.
- les plats végétariens avec fromage sont ceux qui contiennent le plus de calcium mais ils ont davantage d'AGS que les deux autres catégories.
- les plats végétariens contenant des œufs et/ou des produits laitiers autres que du fromage ont des teneurs intermédiaires entre celles des plats des deux précédentes catégories pour la plupart des nutriments. Ils apparaissent comme un bon compromis, car ils apportent les nutriments essentiels associés aux œufs et aux produits laitiers frais, sans apporter les teneurs potentiellement élevées d'AGS et de sodium liées au fromage quand il est présent en quantité importante.

Conclusion : Il est nécessaire d'assurer un équilibre entre ingrédients d'origine végétale non raffinés (légumes, légumes secs, céréales complètes, ...) et ingrédients d'origine animale (œufs et produits laitiers) en quantité adaptée, dans l'élaboration des plats composant les menus végétariens en restauration scolaire.

Mots-clés : Restauration scolaire, végétarien, enfants, qualité nutritionnelle, alimentation durable, France.



WORKING-PAPER – UMR MOISA

Titre en anglais

Nutritional content of vegetarian and non-vegetarian dishes in French school meals: a study by the « EnScol » group

Abstract

Context: In France, since 1 November 2019, all school restaurants are required to offer a vegetarian menu at least once a week. This study was initiated and co-developed by researchers and school catering professionals from the « EnScol » team.

Aim: To assess the nutritional content of vegetarian dishes served in school meals in France.

Methods: The nutritional content of main dishes (i.e. the combination of protein dish and side dish) was studied and compared according to whether the dishes were vegetarian (n=315) or non-vegetarian (n=669). Within the vegetarian main dishes, three categories were defined and compared: dishes without any ingredient of animal origin, dishes with cheese, and dishes containing eggs and/or dairy products other than cheese.

Results: The main dishes, whether vegetarian or non-vegetarian, show adequate levels of all beneficial nutrients, with the exception of omega-3 fatty acids (alpha-linolenic acid-ALA and docosahexaenoic acid-DHA) and vitamin D, and (for non-vegetarian dishes only) calcium. The three categories of vegetarian main dishes have adequate levels of several beneficial nutrients (fibre, vitamins A, B1, B3, B6, B9, E, iron, magnesium, copper, iodine, selenium). However, each category displays its own nutritional characteristics:

- dishes without any ingredient of animal origin contain a lot of fibre and few saturated fatty acids (SFA), but they are low in vitamins B2 and B12 and calcium, and are totally lacking vitamin D and DHA. They contain a lot of iron, but it is non-heme iron that is less absorbed than heme iron of animal origin.
- vegetarian dishes with cheese contain the highest content of calcium, but they have more SFA than the other two categories.
- vegetarian dishes containing eggs and/or dairy products other than cheese display, for most beneficial nutrients, intermediate levels between the two previous categories. They appear to be a good compromise as they provide the essential nutrients associated with eggs and fresh dairy products without providing the potentially high levels of SFA and sodium associated with cheese when it is present in too high amounts.

Conclusion: It is necessary to ensure a balance between unrefined plant-based ingredients (vegetables, pulses, whole grains, etc.) and animal-based ingredients (eggs and dairy products) in appropriate quantities when preparing vegetarian dishes for school meals

Keywords: School, vegetarian, children, nutritional quality, sustainable diets, France

JEL : D12, E21, I12, Q18

Darmon, N. et le groupe EnScol "Place des plats végétariens en restauration scolaire".

Journée d'information de l'AFDN "Végétarisme chez l'enfant ou menu végétarien en restauration scolaire : quels accompagnements", Paris, 20/09/2019.

Présentation lors de la réunion du pôle SAND (Systèmes alimentaires et nutritionnels durables) de l'UMR MOISA, Montpellier, 27/02/2020.



INTRODUCTION

La restauration scolaire est un vecteur privilégié d'éducation à l'alimentation et notamment à une alimentation plus durable. A titre expérimental, la loi « EGALIM »¹, a rendu obligatoire depuis le 1^{er} novembre 2019 et pour 2 ans, de servir un menu végétarien par semaine dans tous les restaurants scolaires de la maternelle au lycée. Afin de ne pas dégrader la qualité nutritionnelle de l'offre, il semble important de s'assurer que les plats servis aux élèves soient judicieusement composés.

Dès janvier 2019, une étude a été initiée et co-élaborée par les membres du collectif EnScol. Ce collectif de chercheurs et de professionnels de la restauration scolaire a identifié la question du menu végétarien comme un sujet prioritaire à traiter, et s'est donné comme premier objectif de mieux connaître les caractéristiques nutritionnelles des plats végétariens servis en restauration scolaire.

OBJECTIF

La présente étude vise à évaluer la composition nutritionnelle de plats complets végétariens et non-végétariens servis aux enfants à l'école primaire en France.

METHODES

Le collectif EnScol disposait déjà d'une base de données compilée dans le cadre d'une précédente étude réalisée sur 40 séries de 20 repas servis à l'école primaire [1]. Les données de cette étude préalable avaient été collectées en 2015. Or, les plats végétariens proposés il y a 5 ans dans les restaurants scolaires étaient peu nombreux et peu diversifiés (principalement des plats à base d'œufs et/ou de fromage, et plus rarement des plats constitués exclusivement d'ingrédients d'origine végétale). C'est pourquoi, afin d'enrichir la base de données initiale, les professionnels du collectif ont fourni de nombreuses fiches techniques de plats végétariens.

Ces fiches techniques (c'est-à-dire la liste des ingrédients et leurs contributions pondérales à la recette, et éventuellement d'autres informations) ont été transmises au premier trimestre 2019 par quatre partenaires : la ville de Montpellier, l'entreprise de restauration collective Sodexo, l'Association Française des Diététiciens Nutritionnistes (AFDN) et l'Association pour le Développement de l'Hygiène et de l'Equilibre Nutritionnel (ADHEN). La ville de Montpellier a donné des fiches techniques des plats végétariens préparés sur place (n=3) et de plats végétariens industriels (n=11) proposés au moins une fois dans les restaurants scolaires des écoles publiques de Montpellier. L'entreprise Sodexo a fourni toutes les fiches techniques des plats végétariens non industriels (n=79) présents dans sa base de données en avril 2019, ainsi que les fiches techniques de produits industriels végétariens présentés par les fournisseurs (n=13) mais non nécessairement servis dans les restaurants scolaires gérés par Sodexo. L'AFDN a fourni une liste de 75 fiches techniques de produits végétariens industriels, provenant d'un inventaire régulier des nouveaux produits végétariens proposés par les industriels en restauration collective de janvier à décembre 2018 [2] ainsi que 5 fiches techniques de plats végétariens non industriels servis au restaurant scolaire d'une commune de l'ouest de la France. L'ADHEN a extrait de la base de données de son logiciel « Menu-Co » l'ensemble des fiches techniques de plats végétariens non industriels (n=39) en évitant les fiches techniques incomplètes ainsi que les omelettes ou autres plats similaires à base d'œufs (ces fiches avaient déjà été fournies pour l'étude précédente).

La présente étude a porté sur des plats complets (appelés indifféremment plats ou plats complets ci-après), c'est-à-dire l'ensemble [plat protidique + accompagnement]. Leur composition nutritionnelle a été obtenue avec la même méthodologie que dans l'étude précédente [1].

Les comparaisons ont porté sur les teneurs en énergie, fibres, fruits et légumes, macro- et micro-nutriments, ainsi que sur des indicateurs globaux de qualité nutritionnelle : densité énergétique, SAIN (Score d'Adéquation Individuel aux recommandations Nutritionnelles), LIM (score des nutriments à LIMiter dans

¹ EGALIM, la "Loi pour l'équilibre des relations commerciales dans le secteur agricole et une alimentation saine et durable" aussi appelée Loi pour l'agriculture et l'alimentation a été adoptée par le parlement le 2 octobre 2018, et promulguée le 1er novembre 2018.

une alimentation équilibrée), Nutri-Score et rapport protéines/lipides. Pour les nutriments « protecteurs », les teneurs ont été exprimées en % de la recommandation journalière dans 100g de plat².

→ Tout d'abord, tous les plats complets végétariens (n=315) ont été comparés à tous les plats complets non-végétariens (n=669).

→ Puis, les plats complets végétariens ont également été comparés entre eux, en fonction de la présence ou non de certains ingrédients : œuf, fromage, produits laitiers autres que le fromage. Trois catégories de plats complets végétariens ont ainsi été définies et comparées :

- « FRO (et/ou autre PL, et/ou OEU) » : ces plats contiennent du fromage et éventuellement des œufs et/ou d'autres produits laitiers ;
- « CEU et/ou PL (excl. FRO) » : ces plats contiennent des œufs et/ou des produits laitiers hors fromage ;
- « VEGETAL » : ces plats ne contiennent que des ingrédients d'origine végétale.

RESULTATS

Comparaison des caractéristiques nutritionnelles des plats complets végétariens et non-végétariens (voir Tableau 1 et Annexe 2)

*Nota-Bene : Dans le tableau 1, on observe que, en moyenne, 100g de plat complet, qu'il soit végétarien ou non, apporte 6,7% de l'apport journalier recommandé en énergie
→ pour les nutriments « protecteurs », on considérera donc que leur teneur dans le plat est convenable si elle est au moins égale à 6,7% d'adéquation/100g*

(voir aussi note de bas de page 2 pour une explication plus complète).

Indicateurs de qualité nutritionnelle : Les plats complets, qu'ils soient végétariens ou non, ont en moyenne un bon LIM (inférieur à 7,5), un bon SAIN (supérieur à 5% d'adéquation pour 100kcal), un bon Nutri-Score (inférieur à 0) et un rapport protéines/lipides également considéré comme bon (supérieur à 1) (**Tableau 1**). En revanche, qu'ils soient végétariens ou non, les plats complets ont un rapport LA/ALA (acide linoléique/acide alpha-linolénique) trop élevé, du fait d'une insuffisance en ALA (voir ci-dessous). Leur densité énergétique moyenne (134 kcal/100g) est aussi un peu trop élevée (une densité énergétique maximum de 125 kcal/100g est recommandée par le Fonds Mondial de Recherche contre le Cancer).

La teneur en protéines est très élevée (bien supérieure au seuil de 6,7%) dans les plats complets, qu'ils soient végétariens ou non. Comme on pouvait s'y attendre, la teneur moyenne en protéines est significativement supérieure dans les plats non-végétariens par rapport aux végétariens : 100g de plat complet non végétarien apportent en moyenne 31,8% de la recommandation journalière en protéines (égale à 25g), et 100g de plat complet végétarien apportent en moyenne 22,6% de la recommandation journalière.

La teneur en nutriments « protecteurs » est majoritairement convenable, voire très convenable, dans les plats complets, qu'ils soient végétariens ou non (voir note de bas de page pour la définition de « convenable » dans ce document). Parmi les nutriments « protecteurs » présents à 6,7% (ou plus) de la recommandation journalière dans 100g, certains sont présents à des teneurs similaires (*i.e.* en moyenne non significativement différentes) entre plats végétariens et non-végétariens (vit B1, iode, vit E), d'autres à des teneurs supérieures dans les plats non-végétariens (B2, B3, B6, B12, potassium, zinc, sélénium), et d'autres encore à des teneurs supérieures dans les plats végétariens (fibres, vit B9, vit A, fer, magnésium, cuivre, acide linoléique).

² L'intérêt de ce mode d'expression est qu'on peut facilement juger si la teneur en un nutriment dans un plat est "convenable" ou non : on la jugera "convenable" si le % de couverture de l'apport recommandé en ce nutriment est supérieur ou égal au % de couverture par ce plat de l'apport recommandé en énergie. Les niveaux d'apports recommandés utilisés dans le calcul de ces pourcentages de couverture sont ceux du tableau 3 : ils ont été calculés en tenant compte de la distribution d'âge et de sexe des enfants à l'école primaire, selon une méthodologie précédemment décrite [1].

Cependant, excepté pour le fer, ces différences ne méritent pas vraiment qu'on s'y arrête dans la mesure où les teneurs sont toujours convenables puisque le seuil de 6,7% est toujours atteint, et souvent assez largement. Le cas du fer mérite en revanche qu'on s'y intéresse : il est présent en moyenne à 13,4% de la recommandation dans les plats végétariens, mais avec une proportion plus faible de fer hémunique (présent uniquement dans les aliments d'origine animale, et mieux absorbé/disponible que le fer non-hémunique) vs non-hémunique, que dans les plats non-végétariens. Cependant, même en admettant que l'absorption du fer présent dans les plats végétariens ne soit que de 5% (au lieu de 10% dans une alimentation omnivore, hypothèse utilisée pour définir le niveau actuel de recommandation en fer), cela doublerait la recommandation en fer et donc diviserait par deux le pourcentage de couverture dans 100g, soit 6,7% (=13,4/2) exactement.

Le cas des nutriments « protecteurs » présents à moins de 6,7% de la recommandation journalière dans 100g doit être examiné avec attention :

- Vitamine C : la teneur moyenne en vitamine C est presque égale (mais inférieure) à 6,7% dans les plats végétariens (6,24%) ou non-végétariens (6,56%) : ceci n'est pas problématique puisque la vitamine C est quand même présente à un niveau intéressant et surtout car ce sont les fruits et les crudités (et non les plats complets) qui sont les sources principales de vitamine C dans les repas.

- Calcium : la teneur moyenne en calcium est presque égale à 6,7% dans les plats végétariens (6,57%) mais elle est nettement plus faible dans les plats non-végétariens (3,60%). Ceci indique qu'il est important de continuer à veiller à la teneur en calcium des repas servis aux enfants, notamment si les fréquences de service de produits laitiers sources de calcium venaient à être modifiées.

- Vitamine D et DHA : la teneur moyenne en vitamine D des plats complets est inférieure à 6,7% dans les plats non-végétariens (4,49%), et elle est particulièrement faible dans les plats végétariens (1,99%). La teneur en acide docosahexaénoïque (DHA) est bien supérieure au seuil de 6,7% dans les plats non-végétariens (15%), mais elle est particulièrement faible dans les plats végétariens (1,91%). Ces résultats sont logiques compte tenu du fait que ces deux nutriments lipidiques sont très majoritairement apportés par les poissons gras, et, dans une moindre mesure, par les œufs.

- ALA et LA/ALA : l'acide alpha-linolénique (ALA) est présent en quantité trop faible, et ceci que les plats soient végétariens (4,98%) ou non-végétariens (3,66%). Compte tenu du fait que les apports en acide linoléique (LA) sont quant à eux bien supérieurs au seuil de 6,7%, le rapport LA/ALA des plats complets est nettement trop élevé par rapport à l'attendu : il est égal à 9,46 pour les non-végétariens et à 10,6 pour les végétariens, alors qu'il serait préférable qu'il ne dépasse pas 5.

Pour les nutriments que les recommandations de santé publique visent à « limiter », on remarque que les teneurs moyennes en AGS et en sodium sont du même ordre de grandeur entre plats complets végétariens et non-végétariens, mais avec un léger avantage pour les plats végétariens. En ce qui concerne les sucres libres, leur teneur a été estimée à 0,1g/100g en moyenne dans les plats végétariens comme dans les plats non-végétariens (données non montrées), ce qui est tout à fait négligeable.

Comparaison des caractéristiques nutritionnelles des trois catégories de plats complets végétariens : « FRO (et/ou autre PL, et/ou ŒU) », « ŒU et/ou PL (excl. FRO) » et « VEGETAL »

(voir Tableau 2 et Annexe 3)

Indicateurs de qualité nutritionnelle : les trois catégories de plats complets végétariens ont en moyenne un bon LIM (inférieur à 7,5) et un rapport protéines/lipides également considéré comme bon (supérieur à 1) (**Tableau 2**). Elles ont aussi un bon SAIN en moyenne (supérieur à 5% d'adéquation pour 100kcal). En revanche, quelle que soit la catégorie, le rapport LA/ALA est en moyenne trop élevé, du fait d'une insuffisance en ALA. Les teneurs moyennes en protéines sont également élevées, supérieures à 20% de la recommandation dans 100g (sans différences significatives entre les catégories).

La teneur en nutriments « protecteurs » est convenable dans les trois catégories de plats végétariens pour la plupart des nutriments considérés, et notamment pour les fibres, les vitamines B1, B3, B6, B9, A et E, le fer, le magnésium, le cuivre, l'iode et le sélénium.

Cependant, chaque catégorie présente des caractéristiques spécifiques qu'il convient de souligner :

- La catégorie « VEGETAL »

La principale *force* de la catégorie « VEGETAL » est sa faible teneur en AGS (la plus faible), ce qui explique aussi qu'elle ait le meilleur LIM et le meilleur Nutri-Score.

En termes de nutriments « protecteurs », c'est la catégorie la plus contrastée, avec, par rapport aux deux autres catégories de plats végétariens, à la fois les teneurs les plus élevées en certains nutriments et les plus faibles en d'autres nutriments³.

Les plats de cette catégorie contiennent beaucoup de fer, mais c'est du fer non-héminique dont l'absorption est plus faible que le fer héminique d'origine animale.

Contrairement à ce qu'on aurait pu penser, c'est la catégorie « VEGETAL » qui présente le rapport protéines/lipides le plus élevé (=1,81), et sa teneur moyenne en protéines n'est pas significativement différente, sur le plan statistique, de celle des deux autres catégories de plats végétariens, qui pourtant contiennent des ingrédients d'origine animale⁴.

La catégorie « VEGETAL » présente la teneur en *fibres* la plus élevée, 100g de plat complet couvrant 26% de la recommandation journalière, qui est de 13g par jour pour les enfants en école primaire (soit moins que la moitié de la recommandation adulte qui est aujourd'hui de 30g).

Les principales *faiblesses* de la catégorie « VEGETAL » sont ses faibles teneurs en vitamines B2 et B12 (non seulement les plus faibles par rapport aux autres catégories mais aussi faibles dans l'absolu) et en calcium, et le manque total de vitamine D et de DHA (les faibles niveaux en ces deux nutriments témoignant de l'absence d'œufs et, bien sûr, de poisson).

→ On note que ni le Nutri-Score (meilleur que celui des 2 autres catégories de plats complets végétariens) ni le SAIN (similaire à celui des 2 autres catégories) ne mettent en évidence ces faiblesses, ce qui s'explique par le fait que les nutriments présents en quantité insuffisante dans les plats de cette catégorie ne sont pas pris en compte dans ces scores (sauf la vitamine D dans le SAIN).

- La catégorie « ŒU et/ou PL (excl. FRO) » a une composition nutritionnelle *intermédiaire* entre les deux autres catégories de plats complets végétariens pour de nombreux nutriments. Elle présente l'*avantage* notable d'avoir la meilleure (la plus faible) densité énergétique (elle respecte la recommandation de 125 kcal/100g maximum) et de contenir de l'iode, du DHA et de la vitamine D en quantité non négligeable.

- La catégorie « FRO (et/ou autre PL, et/ou ŒU) » présente la teneur la plus élevée en calcium, et elle partage, avec la catégorie précédente, l'*intérêt* d'avoir des teneurs élevées en vitamines B2, B12 et en iode. Mais cette catégorie présente le *défaut* d'avoir une forte densité énergétique (néanmoins pas plus forte que celle de la catégorie "VEGETAL"), et le LIM le plus élevé dû à la teneur la plus forte en AGS.

→ Une analyse complémentaire sur la place du fromage dans les plats de la catégorie « ŒU et PL incl. FRO », a montré que la quantité de fromage pour 100g est corrélée positivement au Nutri-Score et au score LIM dans cette catégorie (coefficients de corrélation de Spearman respectivement égaux à 0,37 et 0,63, $p < 0,001$). L'annexe 4, qui représente l'ensemble des plats complets végétariens sur le plan SAIN, LIM, indique que (à une exception près) tous les plats dont le LIM est supérieur au seuil 7,5 font partie de la catégorie « FRO et/ou autre PL et/ou ŒU ». Le score LIM tend à dépasser le seuil de 7,5 lorsque la teneur en fromage atteint 12,7 g/100, ce qui suggère qu'il serait judicieux de limiter la quantité de fromage dans les plats complets à 12g pour 100g au maximum, et/ou de choisir les variantes de fromages les moins grasses et/ou les moins salées car le fromage est une source importante de calcium.

³ La catégorie "VEGETAL" présente les teneurs significativement les plus élevées en vitamines B1, B3, potassium, magnésium et cuivre, mais ceci ne lui procure pas un avantage notable par rapport aux autres catégories, puisque ces dernières affichent aussi des teneurs convenables en ces nutriments. La catégorie « VEGETAL » affiche aussi les teneurs les plus faibles en vitamine A et en iode, mais ce n'est pas problématique car ces teneurs sont convenables.

⁴ Une portion de 100g de plat complet "VEGETAL" couvre en moyenne 21,0% de la recommandation journalière en protéines (vs 23,7% pour « FRO (et/ou autre PL, et/ou ŒU) » et 21,5% pour « ŒU et/ou PL (excl. FRO) »)

LIMITES ET PERSPECTIVES

Comme toutes les études, ce travail présente des limites, mais ces limites sont autant de pistes pour les travaux à mener ultérieurement.

Premièrement, la base de données des plats complets utilisée pour la présente étude ne peut prétendre à être représentative de l'ensemble des plats complets servis en restauration scolaire en France. Néanmoins les fiches techniques collectées reflètent les pratiques actuelles, car elles ont été transmises par des acteurs majeurs de la profession en 2019.

Deuxièmement, la composition nutritionnelle des plats a été calculée sur la base de la composition nutritionnelle d'ingrédients qui sont de type générique. Il n'a donc pas été possible de tenir compte d'éventuelles caractéristiques associées à l'utilisation d'ingrédients particuliers, sauf lorsque ces caractéristiques étaient associées à des compositions nutritionnelles connues et disponibles sur la fiche technique du produit. En fait, les seules bases de données de composition nutritionnelle disponibles à ce jour portent sur des aliments de type générique. Notamment, il n'existe pas de données indiquant la composition nutritionnelle des produits selon leur origine et/ou leur mode de production (par ex. bio, local, label rouge, de saison...), et les quelques études disponibles indiquent que ces caractéristiques ne sont pas associées à des différences de composition nutritionnelle majeures ni systématiques.

Troisièmement, les teneurs en nutriments « protecteurs » ont été rapportées aux niveaux actuellement recommandés pour les enfants, en tenant compte de la distribution d'âge et de sexe à l'école primaire, selon une méthodologie précédemment décrite [1]. Ces calculs devront être mis à jour quand les recommandations d'apports en nutriments pour les enfants auront été mises à jour par l'ANSES.

Quatrièmement, il n'a pas été tenu compte de la biodisponibilité des nutriments, c'est-à-dire la part de nutriment absorbée et utilisée par l'organisme. Ceci est potentiellement important pour des nutriments tels que les protéines, la vitamine A, le fer, le calcium et le zinc, dont la biodisponibilité varie selon les sources alimentaires (généralement plus faible dans les produits d'origine végétale) et selon certaines caractéristiques de l'alimentation (présence d'inhibiteurs et d'activateurs de l'absorption). A cet égard, il faut noter que les biodisponibilités du fer non-héminique et du zinc sont diminuées par la présence de phytates, des composés présents dans certains végétaux riches en fibres comme les céréales complètes et les légumes secs. Le niveau très élevé de fibres dans les plats de la catégorie « VEGETAL » devrait donc faire l'objet d'une attention particulière. Néanmoins, pour considérer convenablement la biodisponibilité des nutriments, il serait plus pertinent de considérer le plat dans un repas, et plus largement dans un cycle de menus. Dans une prochaine étude, il est prévu d'étudier non plus seulement le plat complet végétarien de façon isolée mais l'ensemble du repas végétarien (que servir en entrée/dessert pour optimiser le repas végétarien ?), ainsi que la façon dont ce repas végétarien s'intègre dans un plan de 20 repas successifs (peut-on envisager un nombre de menus végétariens >1/semaine et si oui à quelles conditions ?).

Cinquièmement, dans le présent document ne sont présentées que des moyennes, or il existe une variabilité au sein de chaque catégorie de plats. Par exemple, des résultats complémentaires à la présente étude (en cours de publication) montrent que les plats complets contenant un accompagnement de légumes ont dans l'ensemble une meilleure qualité nutritionnelle que les plats contenant un accompagnement de féculents. Une étude détaillée de la variabilité des compositions nutritionnelles et des facteurs de cette variabilité permettrait d'identifier les plats de meilleur profil nutritionnel et de proposer des façons d'améliorer les plats de moins bon profil, notamment en jouant sur la qualité des accompagnements (féculents moins raffinés et/ou comprenant une proportion minimale de légumes). Cela fera l'objet d'un prochain travail.

Enfin, le dynamisme et l'implication des différents membres du collectif EnScol permet d'envisager aisément que cette base de données sera évolutive, et pourra être complétée par de nouveaux plats et de nouvelles informations sur les compositions des plats. Il est également envisagé de compléter ces données avec des caractéristiques telle que l'acceptabilité sociale et gustative des plats, des facteurs permettant d'évaluer la biodisponibilité de nutriments clés, les impacts environnementaux, la présence de contaminants, le risque de gaspillage, et des données économiques... autant de variables qui permettront d'évaluer la durabilité de l'offre de repas en restauration scolaire.

CONCLUSION ET PROPOSITIONS

Cette étude suggère que les plats complets proposés en restauration scolaire, qu'ils soient végétariens ou non, sont dans l'ensemble de bonne qualité nutritionnelle. On note un ratio LA/ALA trop élevé, mais ceci pourrait aisément être corrigé en ayant plus souvent recours à l'huile de colza ou à des mélanges d'huile contenant de l'huile de colza.

Les trois catégories de plats complets végétariens, qui diffèrent selon les ingrédients qui les constituent, affichent des teneurs convenables en plusieurs nutriments « protecteurs » (fibres, vitamines A, B1, B3, B6, B9, E, fer, magnésium, cuivre, iode, sélénium), ainsi que des caractéristiques nutritionnelles spécifiques à chaque catégorie :

- *Les plats complets végétariens exclusivement constitués d'ingrédients d'origine végétale* (catégorie « VEGETAL ») contiennent beaucoup de fibres et de potassium et peu d'acides gras saturés (AGS) mais ils présentent des teneurs faibles en vitamines B2 et B12, et en calcium. De plus, ils manquent totalement de vitamine D et de DHA, ce qui doit être un point de vigilance sachant que l'alimentation française est déjà déficitaire en ces nutriments. Ils contiennent beaucoup de fer, mais c'est du fer non-héminique dont l'absorption est plus faible que le fer héminique d'origine animale, notamment en présence de phytates, des composés présents dans les légumineuses et les céréales complètes.

→ La faible teneur des plats exclusivement constitués d'ingrédients d'origine végétale en vitamines B2, B12, D, et en DHA ne devrait pas poser de problème particulier, tant que le service de ces plats est complété par le service d'autres plats qui apportent ces nutriments à un niveau convenable ou élevé. Les fréquences optimales de service des différentes catégories de plats restent toutefois à définir.

→ La faible teneur en calcium des plats exclusivement constitués d'ingrédients d'origine végétale ne devrait pas non plus poser de problème particulier, mais il est important de continuer à veiller à la teneur en calcium des repas servis aux enfants, notamment si les fréquences de service de produits laitiers sources de calcium venaient à être modifiées.

→ Par ailleurs, les plats de la catégorie « VEGETAL », bien qu'ils soient exclusivement constitués d'ingrédients d'origine végétale, sont ceux qui présentent le quotient protéines/lipides le plus élevé. Ceci suggère qu'ils ne seraient pas négativement discriminés si le critère P/L était maintenu parmi les critères de fréquence de service des plats protidiques en restauration scolaire.

- *Les plats complets végétariens contenant du fromage* (catégorie « FRO (et/ou autre PL, et/ou ŒU) ») contiennent en moyenne trop d'AGS, mais il suffirait de réduire les quantités de fromage dans les plats qui en contiennent trop pour rehausser la qualité nutritionnelle de ces plats. Réduire les quantités de fromage sans le supprimer est une piste à étudier, notamment si la fréquence de service des produits laitiers venait à être réduite et celle des plats d'origine exclusivement végétale venait à être augmentée.

→ Nos résultats suggèrent qu'une quantité maximale de 10 à 12g de fromage dans 100g de plat complet végétarien permet de concilier l'apport intéressant en calcium du fromage sans trop charger le plat en sodium et en AGS.

- *Les plats complets végétariens contenant des œufs et/ou des produits laitiers autres que le fromage* (catégorie « ŒU et/ou PL (excl. FRO) ») présentent un très bon compromis nutritionnel entre les deux autres catégories de plats végétariens, car ils apportent les nutriments « protecteurs » associés aux œufs et aux produits laitiers frais sans apporter les teneurs potentiellement élevées d'AGS et de sodium liées au fromage quand il est présent en quantité importante.

→ Ceci suggère qu'il ne serait pas justifié du point de vue nutritionnel d'avoir une interprétation « végétalienne » du plat végétarien, et que les plats à base d'œufs et/ou de produits laitiers ont toute leur place en restauration scolaire, tant que les quantités de fromage sont maîtrisées.

Enfin, puisque le Nutri-Score ne permet pas de rendre compte finement de la qualité nutritionnelle de l'offre alimentaire en restauration collective, il est important d'évaluer les teneurs en nutriments « protecteurs » qui ne sont pas comptabilisés dans ce score. Il est également important de ne pas se contenter d'étudier les plats séparément, mais de les analyser dans le contexte du repas et de la diète.

NB : La présence d'additifs dans les plats végétariens de la base de données a fait l'objet d'une analyse spécifique, et les résultats ne soulèvent pas d'inquiétude particulière (voir Annexe 5).

Comme toujours en nutrition, l'important tient en 2 mots : diversité et modération ! Pour les plats végétariens, cela se traduit par un nécessaire équilibre entre ingrédients d'origine végétale (légumes, légumes secs, céréales complètes, ...) et ingrédients d'origine animale (œufs et produits laitiers) de bonne qualité et en quantité adaptée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Vieux, F.; Dubois, C.; Duchêne, C.; Darmon, N. Implications nutritionnelles des directives françaises sur l'offre alimentaire en restauration scolaire et place des plats protidiques. *Cah. Nutr. Diet.*, **2019**, *54(1)*:22-34.
2. Bordmann, M.; Huc, M. Plats protidiques végétariens : quelle qualité nutritionnelle dans l'assiette des convives de la restauration collective ? Analyse de la valeur nutritionnelle des produits proposés. *Inf. Diététique* **2019**, *2/2019*, 32–40.

Tableau 1. Comparaison des caractéristiques nutritionnelles des plats complets végétariens et non-végétariens

(teneurs moyennes)	Végétariens n=315	Non-végétariens n=669	p-value ¹
Densité énergétique (kcal/100g)	134	134	0,499
SAIN (% d'adéquation/100 kcal)	6,45	5,97	<0,001
LIM (% d'excès/100 g)	5,14	5,83	<0,001
Nutri-Score	-1,66	-0,64	<0,001
Fruits & Légumes ² (g/100 g)	44,2	29,8	<0,001
Glucides (g/100g)	15,1	12,9	<0,001
Lipides (g/100g)	5,08	5,22	0,957
Protéines (g/100g)	5,67	7,98	<0,001
Protéines (g/100g)/Lipides (g/100g)	1,43	1,73	<0,001
Energie (%reco) ³	6,72	6,74	0,499
Protéines (%reco)	22,6	31,8	<0,001
Fibres (%reco)	20,4	12,9	<0,001
Vitamine B1 (%reco)	11,2	12,4	0,081
Vitamine B2 (%reco)	6,67	6,95	<0,001
Vitamine B3 (%reco)	7,64	20,8	<0,001
Vitamine B6 (%reco)	10,1	15,1	<0,001
Vitamine B9 (%reco)	20,2	11,9	<0,001
Vitamine B12 (%reco)	8,06	27,5	<0,001
Vitamine C (%reco)	6,24	6,56	0,143
Vitamine D (%reco)	1,99	4,49	<0,001
Vitamine E (%reco)	11,6	10,8	0,460
Vitamine A (%reco)	18,9	15,9	0,001
Calcium (%reco)	6,57	3,60	<0,001
Potassium (%reco)	7,39	8,03	<0,001
Fer (%reco)	13,4	10,2	<0,001
Magnésium (%reco)	15,3	11,2	<0,001
Zinc (%reco)	7,32	9,75	0,001
Cuivre (%reco)	11,62	8,85	<0,001
Iode (%reco)	10,0	10,8	0,449
Sélénium (%reco)	13,0	14,0	0,001
AG linoléique, LA (%reco)	9,59	7,82	0,019
AG alpha linoléique, ALA (%reco)	4,98	3,66	<0,001
AG docosahexaénoïque, DHA (%reco)	1,91	15,0	<0,001
LA (g/100g) /ALA (g/100g)	9,46	10,6	0,001
AGS (g/100 g)	1,60 g	1,80 g	<0,001
Sodium (mg/100 g)	249 mg	287 mg	<0,001
Sucres totaux (g/100 g)	2,01 g	1,30 g	<0,001

¹Test de Wilcoxon-Mann-Whitney : différence considérée comme significative si p-value <0.05.

²Tels que définis par l'algorithme du Nutri-Score : « fruits, légumes, légumineuses, fruits à coque et huiles de colza, de noix et d'olive ».

³En % de la recommandation journalière (Tableau 3) dans 100g de plat.

Tableau 2. Comparaison des caractéristiques nutritionnelles des trois catégories de plats complets végétariens : « FRO (et/ou autre PL, et/ou CEU) », « CEU et/ou PL (excl. FRO) » et « VEGETAL ».

(teneurs moyennes)	FRO (et/ou autre PL et/ou CEU) n=129	CEU et/ou PL (excl. FRO) n= 53	VEGETAL n=133	p-value globale ¹
Densité énergétique (kcal/100g)	140 ^{a2}	118 ^b	135 ^a	0,003
SAIN (% d'adéquation/100 kcal)	6,10	6,9	6,61	0,126
LIM (% d'excès/100 g)	6,48 ^a	4,84 ^b	3,97 ^c	<0,001
Nutri-Score	0,04 ^a	-1,53 ^a	-3,36 ^b	<0,001
Fruits & Légumes ³ (g/100 g)	40,5	45,1	47,5	0,138
Glucides (g/100g)	14,5 ^a	11,3 ^b	17,0 ^c	<0,001
Lipides (g/100g)	5,99 ^a	5,07 ^b	4,19 ^c	<0,001
Protéines (g/100g)	5,96	5,39	5,50	0,080
Protéines (g/100g)/Lipides (g/100g)	1,11 ^a	1,29 ^{a,b}	1,81 ^a	<0,001
Energie (%reco) ⁴	7,03 ^a	5,93 ^b	6,74 ^a	0,003
Protéines (%reco)	23,7	21,5	21,9	0,080
Fibres (%reco)	16,2 ^a	16,7 ^a	26,0 ^b	<0,001
Vitamine B1 (%reco)	9,91 ^a	10,2 ^a	12,8 ^b	<0,001
Vitamine B2 (%reco)	7,96 ^a	8,36 ^a	4,76 ^b	<0,001
Vitamine B3 (%reco)	6,97 ^a	6,45 ^a	8,76 ^b	<0,001
Vitamine B6 (%reco)	9,20 ^a	9,76 ^{a,b}	11,1 ^b	<0,001
Vitamine B9 (%reco)	16,8 ^a	21,1 ^b	23,1 ^b	<0,001
Vitamine B12 (%reco)	13,1 ^a	10,6 ^a	2,22 ^b	<0,001
Vitamine C (%reco)	6,17	6,43	6,24	0,832
Vitamine D (%reco)	2,67 ^a	3,62 ^a	0,68 ^b	<0,001
Vitamine E (%reco)	11,1	12,7	11,7	0,162
Vitamine A (%reco)	19,6 ^a	23,2 ^a	16,6 ^b	0,001
Calcium (%reco)	9,31 ^a	5,19 ^b	4,46 ^b	<0,001
Potassium (%reco)	6,47 ^a	7,34 ^a	8,30 ^b	<0,001
Fer (%reco)	11,4 ^a	13,8 ^b	15,1 ^b	<0,001
Magnésium (%reco)	13,2 ^a	13,6 ^a	18,1 ^b	<0,001
Zinc (%reco)	7,84 ^a	6,18 ^b	7,27 ^a	0,001
Cuivre (%reco)	9,67 ^a	10,2 ^a	14,1 ^b	<0,001
Iode (%reco)	11,5 ^a	11,7 ^a	7,9 ^b	<0,001
Sélénium (%reco)	13,1	12,2	13,2	0,533
AG linoléique, LA (%reco)	8,17 ^a	11,6 ^b	10,2 ^b	<0,001
AG alpha linoléique, ALA (%)	4,22 ^a	5,03 ^{a,b}	5,69 ^b	0,009
AG docosahexaénoïque, DHA (%reco)	2,11 ^a	5,24 ^a	0,39 ^b	<0,001
LA (g/100g) /ALA (g/100g)	8,89	9,78	9,89	0,125
Acides gras saturés, AGS (g/100 g)	2,46 ^a	1,36 ^b	0,87 ^c	<0,001
Sodium (mg/100 g)	252	254	244	0,775
Sucres totaux (g/100 g)	2,09	2,03	1,93	0,471

¹ Test de Kruskal-Wallis : différence globale considérée comme significative si p-value <0,05.

² Une même lettre en indice indique qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux catégories (test de Dunn avec correction de Bonferroni).

³ Tels que définis par l'algorithme du Nutri-Score : « fruits, légumes, légumineuses, fruits à coque et huiles de colza, de noix et d'olive ».

⁴ En % de la recommandation journalière (Tableau 3) dans 100g de plat.

Tableau 3. Recommandations d'apports journaliers en énergie, protéines et nutriments « protecteurs » pour les enfants de 4 à 13 ans fréquentant l'école primaire [3].

Nutriment	Recommandation journalière
Energie	1996 kcal
Protéines	25 g
AG linoléique (LA)	8,9 g
AG alpha linoléique (ALA)	2,2 g
AG DHA	152 mg
Fibres	13 g
Vitamine B1	0,8 mg
Vitamine B2	1,2 mg
Vitamine B3	9 mg
Vitamine B6	1 mg
Vitamine B9	201 µg
Vitamine B12	1,4 µg
Vitamine C	89 mg
Vitamine D	5 µg
Vitamine E	9,1 mg
Vitamine A	501 µg
Calcium	924 mg
Potassium	2892 mg
Fer	8,2 mg
Magnésium	203 mg
Zinc	9,2 mg
Cuivre	1,2 mg
Iode	120 µg
Sélénium	39 µg

ANNEXES

Annexe 1. Courte présentation du collectif EnScol

EnScol

Ensemble, poser les bases d'une évolution des pratiques pour une restauration scolaire plus durable.

(financé par la Fondation Daniel et Nina Carasso dans le cadre du dispositif CO3 de l'ADEME (Co-Construction des Connaissances), de soutien à la recherche participative encourageant la transition écologique et solidaire).

Nutrition (santé)	Environnement
Culture	Economie

Le collectif EnScol est constitué de :

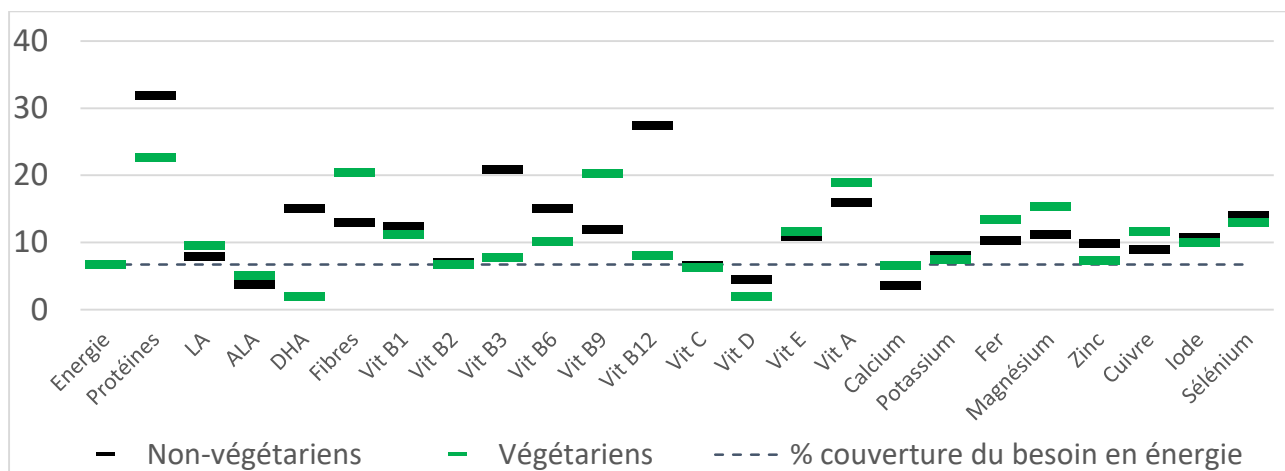
- représentants de la Politique Agro écologique et Alimentaire de Montpellier Méditerranée,
- représentants du Projet Alimentaire Territorial porté par la métropole Aix-Marseille Provence,
- professionnels de la restauration collective (concédée et autogérée),
- statisticiens et modélisateurs de l'entreprise MS-Nutrition (Marseille),
- diététiciens spécialistes de la restauration scolaire,
- chercheurs en nutrition, santé publique, psychologie et comportement alimentaire, et en sciences de gestion,
- représentants de parents d'élèves.

Pour aller vers plus de durabilité dans les cantines scolaires, le collectif **EnScol** a l'ambition d'apporter des réponses concrètes et pragmatiques basées sur les résultats d'analyses factuelles d'observations et de données issues du terrain.

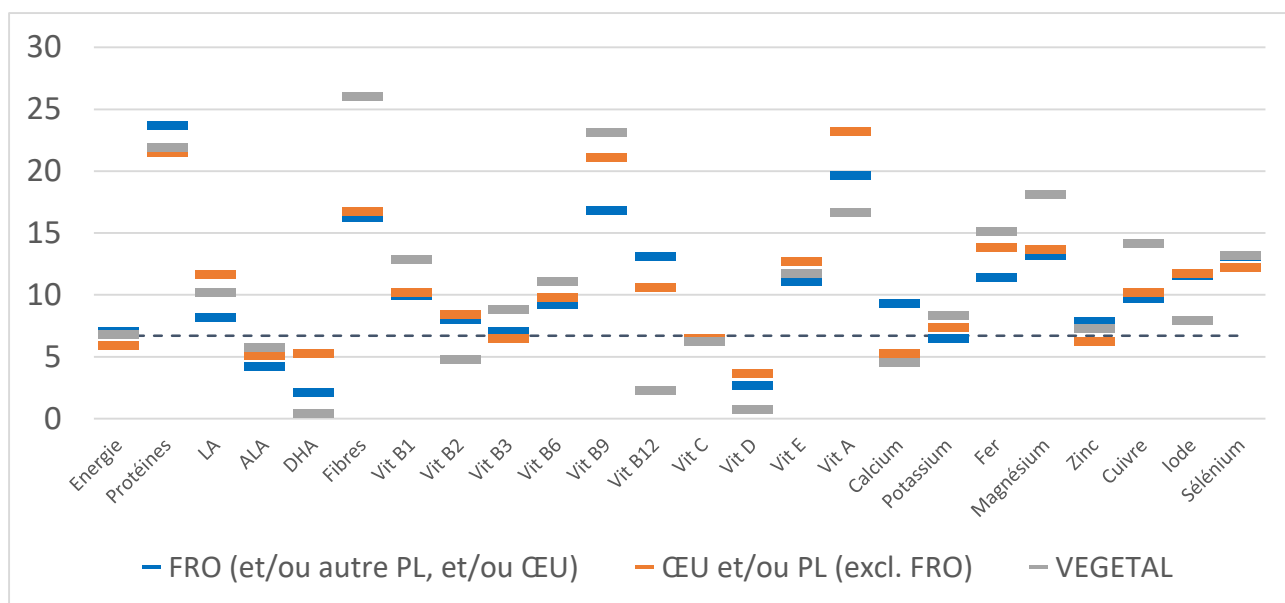
Les contacts entre les acteurs du collectif **EnScol** se font sous forme de partage d'informations et de connaissances, notamment lors de réunions physiques régulières (4 par an).

L'équipe-projet :
Nicole Darmon, directrice de recherche INRAE en Nutrition Publique, nicole.darmon@inrae.fr
Florent Vieux, directeur g^{al} de MS-Nutrition et chercheur en Nutrition, florent.vieux@ms-nutrition.com
Romane Poinot, doctorante CIFRE, romane.poinot@ms-nutrition.com

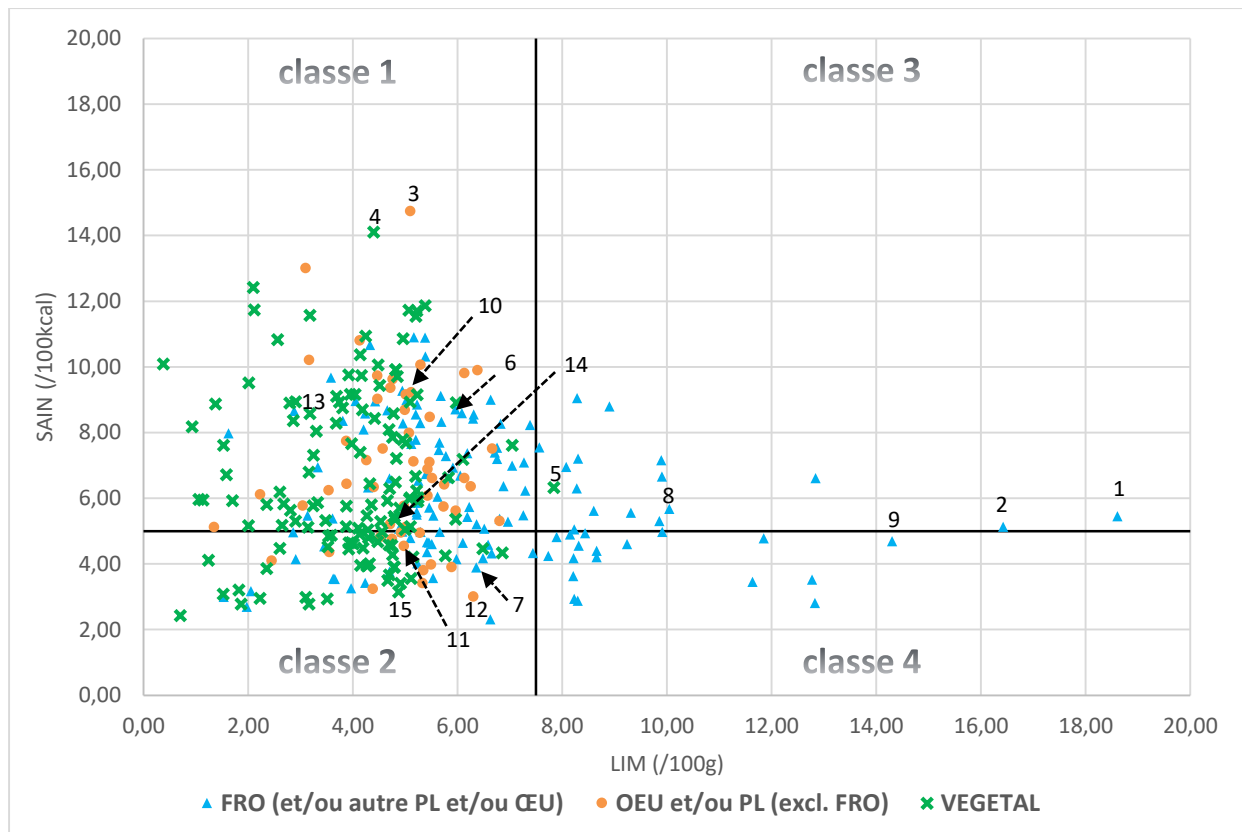
Annexe 2. Représentation graphique d'une partie des résultats du tableau 1 : teneurs en énergie et en nutriments « protecteurs », exprimées en % de la recommandation journalière (Tableau 3) dans 100g de plats complets végétariens et non-végétariens.



Annexe 3. Représentation graphique d'une partie des résultats du tableau 2 : teneurs en énergie et en nutriments « protecteurs », exprimées en % de la recommandation journalière (Tableau 3) dans 100g de plats complets appartenant aux trois catégories de plats végétariens.



Annexe 4. Projection sur le plan SAIN,LIM des plats complets végétariens (n=315) appartenant aux trois catégories. Les plats présentant des valeurs extrêmes de SAIN ou de LIM dans leur catégorie sont indiqués de 1 à 5 et les plats de 6 à 15 ont été sélectionnés aléatoirement pour illustrer la diversité des plats complets végétariens. 1. *Camembert demi-pané frit et salade*. 2. *Panini précuit aux trois fromages*. 3. *Œufs Florentine*. 4. *Haricots flageolets bio à la tomate*. 5. *Couscous végétarien*. 6. *Gratin de pommes de terre, chou-fleur et lentilles*. 7. *Cordon bleu végétarien*. 8. *Moussaka végétarienne*. 9. *Flamiche au brie*. 10. *Galette de quinoa, lentilles, amande et curry*. 11. *Omelette aux fines herbes*. 12. *Quenelles béchamel*. 13. *Fajitas aux légumes*. 14. *Steak de soja*. 15. *Ravioli tofu basilic*.



➔ On remarque que les plats avec le plus fort LIM (points 1 et 2) font partie de la catégorie « FRO et/ou autre PL et/ou ŒU », de même que tous ceux avec un LIM supérieur au seuil 7,5 (à l'exception du couscous végétarien -point 5- qui fait partie de la catégorie "VEGETAL"). Les plats avec le SAIN le plus élevé (points 3 et 4) font partie des deux catégories sans fromage (« ŒU et/ou PL (excl. FRO) » et « VEGETAL »). Les plats complets végétariens avec un LIM inférieur à 7,5 sont dispersés le long de l'axe du SAIN, en classe 1 ou en classe 2.

Annexe 5. Analyse complémentaire sur la présence d'additifs

Les additifs, parfois présents dans les plats industriels servis en restauration scolaire sont une préoccupation majeure des parents d'élèves et des professionnels de la restauration collective (diététiciens, gestionnaires). Si les données sur les additifs n'ont pas été exploitées dans la présente étude, de précédents travaux effectués dans le cadre d'un stage de fin d'études d'ingénieur agroalimentaire ont néanmoins permis de répertorier les additifs présents dans les plats végétariens industriels fournis par le collectif EnScol [a] et de les classer dans quatre classes, des plus acceptables à ceux qu'il faudrait éviter, selon la grille d'appréciation des additifs alimentaires autorisés proposée par l'UFC-Que Choisir [b]. Seulement 56% des plats végétariens industriels analysés contenaient des additifs. Sur les 19 additifs différents identifiés, deux agents de texture, l'amidon modifié et le diphosphate, retrouvés dans trois produits différents (pané au gouda, stick de mozzarella pané et boulettes de soja tomate basilic) étaient classés comme « peu recommandables » et aucun additif n'était classé comme « à éviter » (classe 4) selon la classification proposée par l'UFC-Que Choisir.

a. Dridi, N. Qualité nutritionnelle des plats protidiques végétariens en restauration scolaire, Rapport Master2, Montpellier SupAgro, 2019.

b. UFC-Que Choisir Evaluation additifs alimentaires <https://www.quechoisir.org/comparatif-additifs-alimentaires-n56877/> (accessed Feb 7, 2020).