



HAL
open science

Évaluation multidimensionnelle et outil d'exploration de voies d'amélioration de la durabilité de menus

Jean-Yves Dourmad, Hayo van Der Werf, Guillaume Mairesse, Bertrand Schmitt, Guillaume Chesneau, Nathalie Kerhoas, Jacques Mourot

► To cite this version:

Jean-Yves Dourmad, Hayo van Der Werf, Guillaume Mairesse, Bertrand Schmitt, Guillaume Chesneau, et al.. Évaluation multidimensionnelle et outil d'exploration de voies d'amélioration de la durabilité de menus. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 2019, 54 (4), pp.223-229. 10.1016/j.cnd.2019.03.002 . hal-02311407

HAL Id: hal-02311407

<https://hal.science/hal-02311407v1>

Submitted on 20 Dec 2021

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Évaluation multidimensionnelle et outil d'exploration de voies d'amélioration de la durabilité de menus☆

Multidimensional evaluation and development of a tool for the improvement of sustainability of menus

J.Y. Dourmad^a, H.M.G. van der Werf^b, G. Mairesse^c, B. Schmitt^d, G. Chesneau^c, N. Kerhoas^e, J. Mourot^a

^a Pegase, INRA Agrocampus Ouest, 35590 Saint-Gilles, France

^b SAS, INRA, Agrocampus Ouest, 35000 Rennes, France

^c Valorex SAS, 35210 Comboutillé, France

^d Centre d'Enseignement et de Recherche en Nutrition Humaine, 56322 Lorient, France

^e Association Bleu-Blanc-Cœur, 35210 Courboutillé, France

☆ article ayant fait l'objet d'une conférence lors des JFN 2017

Introduction

L'amélioration continue de la nutrition de la population constitue un enjeu majeur de santé publique [1] (PNNS, 2011). Ceci passe à la fois par une amélioration de la qualité nutritionnelle des différents aliments, en particulier ceux d'origine animale qui ont une image souvent négative dans les médias, et par leur bonne association pour la constitution de menus équilibrés. Toutefois, les stratégies nutritionnelles mises en œuvre dans cette perspective doivent, pour être efficaces et répondre aux attentes sociétales actuelles, également concilier d'autres dimensions du "développement durable", en particulier l'environnement et l'économie, et prendre également en compte leur acceptabilité par la société et surtout par les consommateurs [2] (Perignon et al., 2016). En effet, même si ces derniers reconnaissent généralement l'intérêt d'apports nutritionnels équilibrés pour leur santé, ce n'est pas toujours l'élément déterminant dans leurs choix. Les habitudes sociales et leur histoire individuelle jouant aussi un rôle particulièrement important [3] (Merdji et Certenais, 2015). La difficulté à appréhender les concepts nutritionnels et environnementaux peut aussi constituer pour le consommateur un frein à l'évolution de ses pratiques. L'amélioration de la qualité des aliments grâce à la modification de leurs modes de production constitue alors une alternative intéressante, dans la mesure où elle implique des changements limités dans les habitudes alimentaires. Cette approche a été largement étudiée ces dernières années pour rétablir un meilleur équilibre dans notre alimentation entre les apports en acides gras Omega 3, souvent insuffisants, et ceux en Omega 6, souvent en excès [4, 5] (Mourot, 2016; Anses, 2011). La démarche consiste alors, en modifiant le mode d'alimentation des animaux, à enrichir en acides gras Oméga-3 les lipides des produits animaux, ces derniers représentant, en France, près des 60% de l'apport lipidique total chez l'adulte. Sur le plan environnemental ces

pratiques peuvent par ailleurs contribuer à la préservation de la ressource en poisson [6] (Pauly et al., 2005), qui constitue une source importante d'acide gras Omega 3 à longues chaînes dans l'alimentation de l'Homme.

Pour satisfaire à la fois les objectifs de santé des individus, les contraintes des modes de production et la préservation de l'environnement, il est important de développer une méthode d'évaluation conjointe des valeurs nutritionnelle, environnementale et socioéconomique de différents menus. Pour aborder cette problématique, quatre menus types composés sur deux semaines ont ainsi été conçus en utilisant un total de 140 aliments ou ingrédients élémentaires. Chacun de ces menus était formulé soit à partir d'aliments conventionnels, soit à partir d'aliments issus de modes de production conduisant à leur enrichissement en acides gras Omega 3.

Les objectifs de cet article sont d'une part de réaliser une évaluation multidimensionnelle des résultats obtenus sur les aliments et les menus retenus dans le projet de recherche ANR AGRALID [7], et d'autre part, de décrire un outil interactif permettant la représentation synthétique des principaux résultats du projet, en particulier ceux relatifs aux différents menus testés, et l'exploration de différentes voies d'amélioration de la composition des menus.

Constitution de la base de données

Le premier menu type ("menu moyen") retenu dans le projet était représentatif de la consommation moyenne française pour les hommes adultes [8] (Anses, 2014). Le second menu (PNNS) utilisait les mêmes aliments que le premier mais en respectant les recommandations françaises d'apports nutritionnels en macronutriments par le Programme national Nutrition Santé (PNNS) [9] (Martin et al., 2011). Le troisième menu était un menu PNNS sans poisson et le quatrième un menu végétarien. La liste des aliments pris en compte pour la constitution de ces menus est rapportée par Coelho et al. (2017) et Pernollet et al. (2017) [10, 11].

Les valeurs nutritionnelles de ces aliments ont été déterminées à partir de la table française de référence sur la composition nutritionnelle des aliments [12] (Ciqual, 2014). Quelques plats préparés (comme pizzas, quiches, cassoulet, gratin dauphinois...) ont également été pris en compte. Les compositions en acides gras des aliments ont été actualisées pour tenir compte de l'effet du mode de production induisant un accroissement des teneurs en Oméga 3 dans les produits animaux [13] (Schmitt et al., 2017). Au total environ 30 variables relatives à la dimension nutritionnelle ont été renseignées dans la base de données, les principales sont rapportées au tableau 1.

Les impacts environnementaux ont été calculés par analyse du cycle de vie à l'aide d'une méthodologie développée dans le cadre du projet Agralid afin de prendre en compte les impacts jusqu'à l'assiette du consommateur [11, 12] (Coelho et al., 2016; Pernolet et al., 2017). Au total

neuf variables relatives à la dimension environnementale ont été intégrées dans la base de données (tableau 1).

Pour ce qui concerne la dimension socio-économique trois variables ont été considérées. La première se réfère au prix qui a été défini pour la plupart des aliments à partir des bases de données « Prix moyens de vente de détails » de l'INSEE (<https://www.insee.fr/fr/statistiques>) et lorsque l'information n'était pas disponible, à partir de relevés de prix spot de 4 enseignes différentes de Drive du site de vente en ligne. Un surcote estimé à 5% a été fixé pour les produits enrichis en Oméga 3. Les deux autres variables socio-économiques concernaient, d'une part, des catégories d'aliments, et d'autre part, leur adéquation aux habitudes alimentaires de différentes catégories de consommateurs (tableau 1).

Tableau 1. Liste, valeurs moyennes et coefficients de variation des principales variables de la base de données des aliments et ingrédients élémentaires du projet ANR Agralid.

Nom	moyenne	CV, %	Nom	moyenne	CV, %
Valeur nutritionnelle (par 100g)			Environnementale (par kg)		
Matière sèche, g	37,6	63%	Changement. climatique, kg CO ₂ eq	6,09	131%
Énergie, kcal	213	83%	Demande cumulée en énergie, MJ	60,6	87%
Protéines, g	11,0	88%	Acidification, g SO ₂ eq	0,065	148%
Lipides, g	13,8	145%	Eutrophisation, g PO ₄ eq	0,028	125%
Glucides, g	11,4	154%	Occupation des terres, m ² .y	9,27	161%
Fibres, g	1,01	138%	Impact global "ReCiPe"	1,42	118%
AG saturés, g	6,18	149%	Socio-économique		
AG mono- insaturé, g s	4,81	193%	Prix, €/kg	7,02	6,74
AG poly-insaturés, g	1,78	316%	Catégories "aliments"		
AG omega3, g	0,28	279%	bœuf, porc, volaille, charcuterie, poisson, œufs, produits laitiers, fromage, beurre crème, huile et margarine, pain farine pâtes riz, pomme de terre tubercules, légumes secs, légumes verts, fruits, sucre confiture, desserts, plats préparés, tofu		
AG omega6, g	1,37	387%	Catégories "consommateurs"		
EPA, g	0,012	367%	conventionnel, végétarien végétarien avec poisson		
DHA, g	0,016	450%			
AG linoléique, g	1,32	402%			
AG linoléique, g	0,230	333%			
AG C12-C14-C16, g	3,86	147%			
Calcium, g	0,105	221%			
Phosphore, g	0,157	100%			
Fer, mg	1,11	120%			
Zinc, mg	1,40	111%			
Sélénium, mg	8,44	118%			
lode, mg	9,63	145%			

Analyses multidimensionnelle

L'analyse multidimensionnelle de ces données a permis d'explorer les relations entre les dimensions nutritionnelles, environnementales et économiques pour les différents aliments et catégories d'ingrédients. Le tableau 2 rapporte ainsi de nombreuses corrélations significatives entre ces différentes dimensions, aussi bien lorsque les variables sont exprimées relativement à la quantité d'aliment ou à la quantité de matière sèche, avec toutefois quelques différences selon le mode d'expression, en relation avec les teneurs en eau.

Quel que soit le mode d'expression des variables, la valeur protéique est corrélée positivement avec les impacts environnementaux ($r=0,55$ à $0,63$) et avec le prix ($r=0,55$ et $0,61$). Les aliments

riches en protéines tendent donc à avoir un impact environnemental significativement plus élevés et à être plus couteux.

Lorsque la valeur énergétique est exprimée relativement à la matière sèche, elle n'est corrélée significativement qu'avec l'impact environnemental "*Demande en énergie*", mais de façon peu marquée ($r=0,20$). Cette relation n'est pas significative lorsque les variables sont exprimées relativement au produit brut. La relation entre la valeur énergétique et le prix n'est pas non plus significative.

Les effets des teneurs en glucides et en fibres sur les impacts environnementaux sont très dépendants du mode d'expression. La corrélation est significative et négative lorsque les valeurs sont exprimées relativement au produit brut ($r=-0,34$ à $-0,41$) alors que l'effet n'est plus significatif lorsque les teneurs sont exprimés relativement à la matière sèche. Ces effets s'expliquent par l'existence de corrélations entre ces variables et la teneur en eau de l'aliment et vraisemblablement également par la teneur en quasi nulle en glucides des produits animaux.

Quel que soit le mode d'expression le prix est très significativement et positivement corrélé avec les impacts environnementaux ($r=0,51$ à $0,85$).

Tableau 2. Corrélation entre les variables illustrant les dimensions environnementale, nutritionnelle et économique^a.

	Environnement			Valeur nutritionnelle					Économie
	Changement climatique	Demande en énergie	Eutrophisation	Énergie	Protéines	Lipides	Glucides	Fibres	Prix
Changement climatique	1	0,58 ***	0,95 ***	-0,01 ns	0,60 ***	0,01 ns	-0,34 ***	-0,37 ***	0,85 ***
Demande en énergie	0,64 ***	1	0,55 ***	-0,03 ns	0,66 ***	-0,03 ns	-0,36 ***	-0,41 ***	0,51 ***
Eutrophisation	0,89 ***	0,42 ***	1	0,06 ns	0,63 ***	0,05 ns	-0,34 ***	-0,41 ***	0,85 ***
Énergie	0,11 ns	0,19 *	0,15 t	1	0,11 ns	0,93 ***	0,08 ns	-0,26 **	0,11 ns
Protéines	0,59 ***	0,55 ***	0,64 ***	0,42 ***	1	0,03 ns	-0,34 ***	-0,41 ***	0,61 ***
Lipides	-0,03 ns	-0,03 ns	0,02 ns	0,80 ***	0,15 t	1	-0,23 ***	-0,35 ***	0,09 ns
Glucides	-0,08 ns	0,08 ns	-0,11 ns	0,58 ***	0,03 ns	-0,07 ns	1	0,47 ***	-0,28 ***
Fibres	-0,01 ns	0,24 **	-0,08 ns	0,07 ns	-0,07 ns	-0,21 **	0,47 ***	1	-0,37 ***
Prix	0,78 ***	0,57 ***	0,74 ***	0,16 ns	0,55 ***	-0,21 t	0,01 ns	0,17 *	1

^a Les valeurs au-dessus de la diagonale correspondent aux corrélations entre les variables exprimées pour 100g d'aliment brut. Les valeurs au-dessous de la diagonale correspondent aux corrélations entre les variables exprimées pour 100g de matière sèche.

En utilisant des approches de régression multiple progressives (équations 1 à 4) il apparaît que les seules variables nutritionnelles qui contribuent significativement à l'explication de la variabilité des impacts environnementaux sont la teneur en protéines avec une relation positive, la teneur en fibres avec une relation négative, et la teneur en matière sèche mais seulement pour l'impact changement climatique (eq 1). Les impacts environnementaux apparaissent donc très peu

dépendants de la teneur en lipides des aliments, alors qu'ils sont fortement influencés par la valeur protéique.

$$\text{Changement climatique} = 3,79 + 0,45 \times \text{protéines} - 0,04 \times \text{ms} - 1,08 \text{ fibres} \quad (R^2 = 0,40) \quad \text{eq 1}$$

$$\text{Demande en énergie} = 44,6 + 3,41 \times \text{protéines} - 6,73 \text{ fibres} \quad (R^2 = 0,49) \quad \text{eq 2}$$

$$\text{Eutrophisation} = 0,011 + 0,0020 \text{ protéines} - 0,0048 \text{ fibres} \quad (R^2 = 0,43) \quad \text{eq 3}$$

$$\text{Index "Recipe"} = 0,643 + 0,0958 \text{ protéines} - 0,272 \text{ fibres} \quad (R^2 = 0,46) \quad \text{eq 4}$$

Toutefois les caractéristiques nutritionnelles des aliments ne permettent d'expliquer qu'un peu moins de 50% de la variabilité des impacts environnementaux entre les aliments. D'autres paramètres sont donc impliqués, en particulier la nature des aliments. La catégorie d'aliment a ainsi un effet très hautement significatifs ($P < 0,001$) sur tous les impacts environnementaux, les aliments riches en protéines, surtout d'origine animale, ayant les impacts les plus élevés.

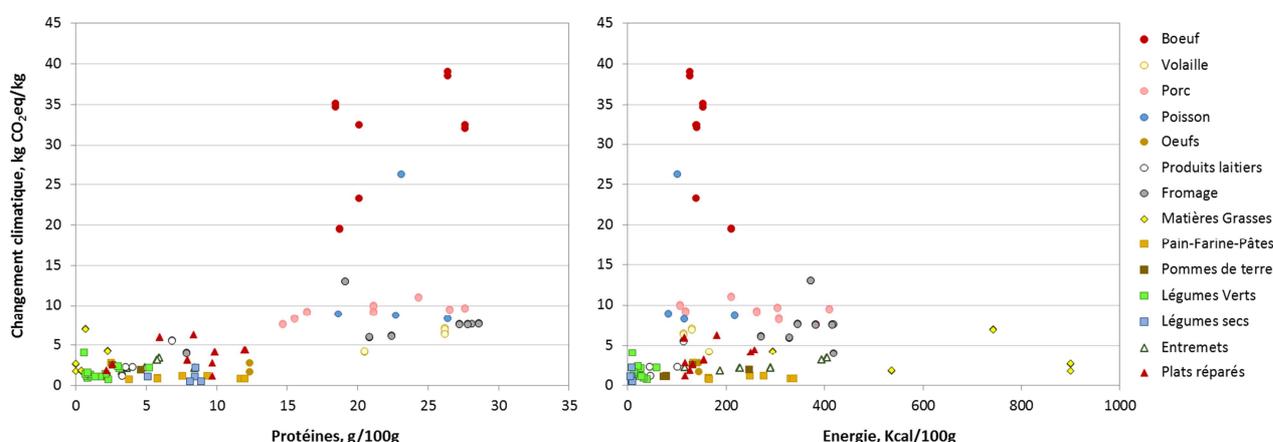


Figure 1. Relation entre les valeurs nutritionnelles en énergie et en protéines et l'impact environnemental "changement climatique" pour les différentes catégories d'aliments.

Ceci est illustré à la figure 1 qui représente les relations entre l'impact "Changement climatique" et les valeurs nutritionnelles "énergie" et "protéines" des différentes catégories d'aliments. On retrouve la corrélation rapportée ci-dessus entre la valeur protéique et l'impact changement climatique, mais avec un effet net de la catégorie d'aliments. Comparativement aux aliments d'origine végétale, les aliments d'origine animale se caractérisent par des teneurs en protéines et des impacts changement climatique plus élevés. Toutefois on note que pour des apports protéiques similaires les viandes de bœuf, et l'un des poissons, présentent des impacts en moyenne 3 fois plus élevés que les autres viandes et produits animaux (figure 1a). La valeur énergétique ne présente par contre aucune relation nette avec l'impact changement climatique (figure 1b) en accord avec l'absence de corrélation significative entre ces variables.

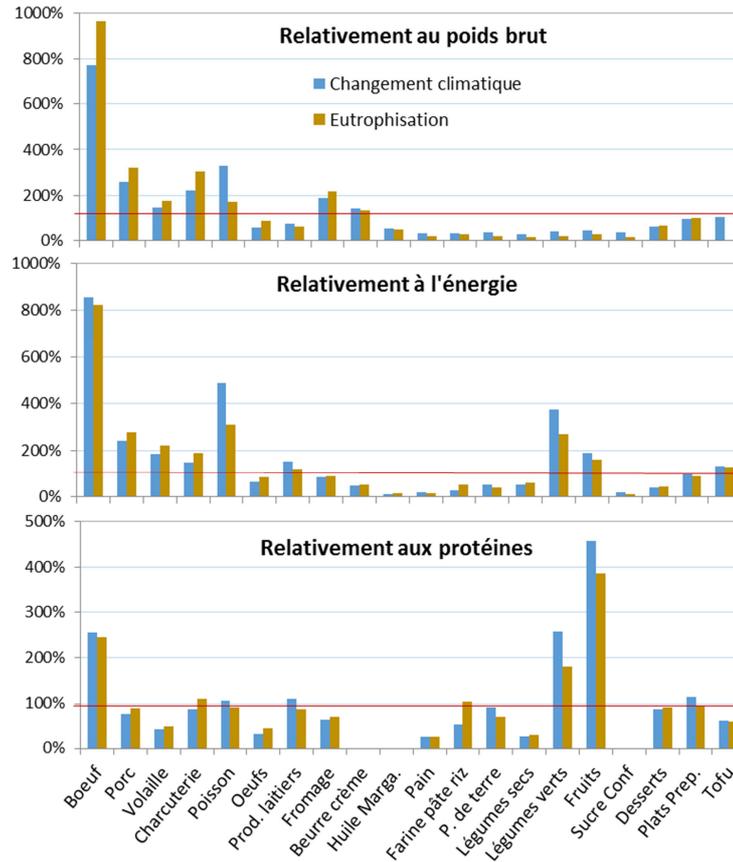


Figure 2. Impacts changement climatique et eutrophisation (moyenne par catégories d'aliments). Les valeurs sont exprimées relativement à l'impact du menu "Moyen" pour un même apport en quantité, en énergie ou en protéines.

Les impacts environnementaux relatifs des différentes familles d'aliments dépendent également de leur mode d'expression (quantité de produit en poids brut, d'énergie, de protéines). Ceci est illustré à la figure 2 qui rapporte les valeurs moyennes des impacts "Changement climatique" et "Eutrophisation", exprimés relativement à l'impact du menu moyen, pour les différentes catégories d'aliments listées au tableau 1. Lorsqu'ils sont exprimés pour 100 g d'aliment, les impacts les plus élevés sont observés pour les viandes de bœufs, avec un impact 9 à 10 fois plus élevé que l'aliment moyen. Viennent ensuite les autres viandes et le poisson, suivi des produits laitiers. Les produits d'origine végétale présentent à l'inverse des impacts pour 100 g plus faibles que le menu moyen.

Quand les impacts sont exprimés relativement à leurs apports nutritionnels, l'effet de la catégorie d'aliment est modifié, en particulier relativement à la valeur protéique. Ceci s'explique principalement par la teneur en eau et les teneurs relatives en nutriments des différents aliments. Les produits riches en eau, comme les produits laitiers frais, les légumes verts et les fruits voient ainsi leurs impacts augmentés. Au final, les impacts exprimés pour 100 g de protéines sont beaucoup moins variables, les valeurs les plus élevées étant observées pour le bœuf, les fruits et les légumes verts, et les plus faibles pour les légumes secs, le pain, la viande volaille et les œufs.

Les produits concentrés en protéines se trouvent donc pénalisés lorsque leurs impacts sont exprimés pour 100 g de produits.

L'ensemble de ces discussions démontre par ailleurs l'intérêt de mener une réflexion approfondie sur l'unité fonctionnelle (par exemple changement climatique, eutrophisation, occupation des sols –cf figure 3) utilisée lors des évaluations environnementales de différents menus et ce pour définir des stratégies d'alimentation à la fois durable et nutritionnellement adéquate [14] (Masset al., 2014).

Élaboration d'un outil interactif

La prise en compte des différentes dimensions de la durabilité d'un aliment ou d'un menu nécessite de considérer simultanément un grand nombre de variables et d'en positionner les valeurs relativement à des recommandations ou à des références. Afin de faciliter cette représentation, nous avons construit un outil interactif de manière à permettre, d'une part, d'illustrer graphiquement de manière synthétique les principales caractéristiques des menus étudiés dans le cadre du projet, et d'autre part, d'explorer différentes voies d'amélioration des menus.

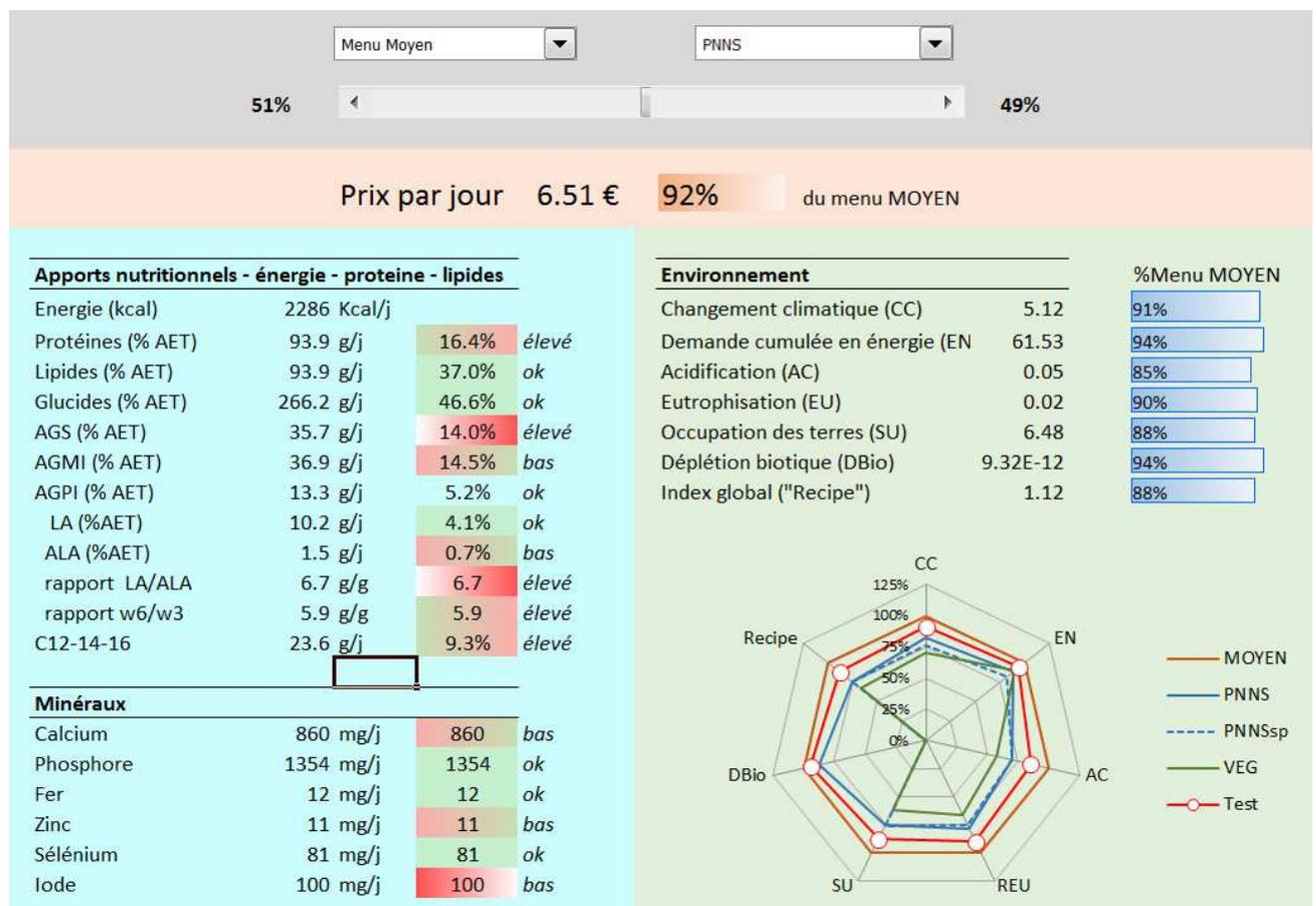


Figure 3. Représentation synthétique des caractéristiques nutritionnelles et environnementale et du prix d'un menu. Pour un menu intermédiaire entre les menus "moyen" et "PNNS" (AET: apport énergétique

total; AGS: acides gras saturés; AGMI: acides gras monoinsaturés; AGPI: acides gras polyinsaturés; LA: Acide linoléique; ALA acide α -linoléique)

La première étape a consisté à choisir des d'indicateurs nutritionnels. Une liste de 19 indicateurs relatifs aux apports d'énergie, de protéines, de lipides, d'acides gras et de minéraux a été ainsi été sélectionnée (figure 3). Pour chacun de ces indicateurs des limites minimales et/maximales ont été définies en accords avec les recommandations du PNNS [1] et de l'Anses [15], et un code couleur (rouge intense: borne dépassée de plus de 10%, rouge intermédiaire: borne dépassée, vert : accord avec les recommandations) positionné à gauche (apport insuffisant) ou à droite (apport excessif) d'une barre horizontale située près de la valeur du critère considéré (figure 3). Sept impacts environnementaux sont rapportés. Les valeurs de ces impacts sont exprimées en valeur absolue et en pourcentage de l'impact du menu moyen. Une représentation sous la forme de radars permet une comparaison du menu testé avec les quatre menus définis dans le projet. L'exemple rapporté à la figure 3, correspond à un menu intermédiaire entre le menu moyen et le menu PNNS, sans produit issu de la filière Oméga 3. Un curseur permet de faire varier la proportion relative de chacun des deux menus sélectionnés.

Il est également possible de représenter la contribution des différents aliments aux apports nutritionnels journaliers, au prix ou à l'impact environnemental. Ceci est illustré à la figure 4 pour un menu intermédiaire entre les menus moyen et PNNS élaborés à partir d'aliments issus de filières permettant de les enrichir en Omega 3.

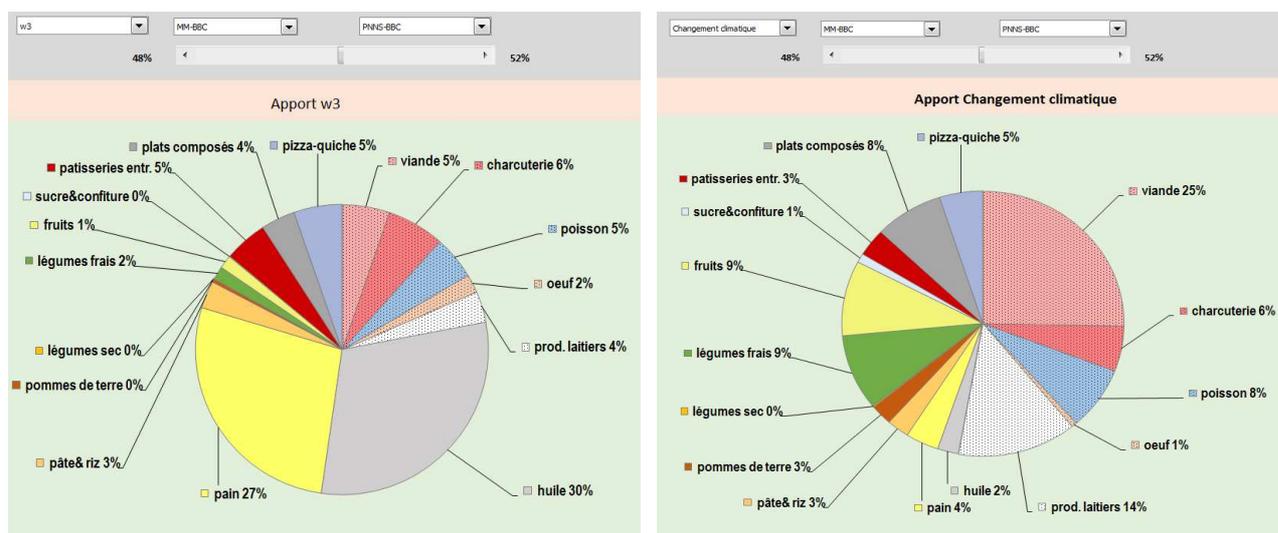


Figure 4. Représentation graphique de la contribution des différents aliments à l'apport nutritionnel (acides gras Omega 3) et à l'impact environnemental (Changement climatique), pour un menu intermédiaire entre les menus "moyen" et "PNNS" élaborés à partir d'ingrédient et d'aliments issus de filières permettant de les enrichir en Omega 3.

Cet outil peut être utilisé pour représenter les quatre menus formulés dans le projet, avec leurs options enrichies en Omega 3 (soit huit menus au total), ou évaluer des combinaisons entre ces menus. Ceci permet d'explorer de manière dynamique tout un "champ des possibles" et d'évaluer les conséquences associées au passage progressif d'une pratique alimentaire à une autre, en termes de composition nutritionnelle, de nombre de portions de chaque catégorie d'aliment, de coût économique et d'impact environnemental.

Une version plus élaborée de l'outil est en développement afin qu'il puisse être utilisé pour la constitution de nouveaux menus à l'aide d'une approche d'optimisation. Il sera disponible pour les professionnels de la santé, les responsables de stratégie alimentaire dans les collectivités et l'innovation dans les industries agro-alimentaires. Les contraintes peuvent porter sur les catégories d'ingrédients (par exemple : une plage pour le nombre de portions d'un aliment par semaine), sur les apports nutritionnels (respect plus ou moins strict des apports nutritionnels conseillés) ou sur les habitudes alimentaires. L'objectif de formulation est aussi modulable et peut porter sur le prix, la diversité des ingrédients, la quantité d'un ingrédient donné... Cette utilisation étant plus difficile, des scénarios-types seront proposés pour guider l'utilisateur.

Résumé

Évaluation multidimensionnelle et outil d'exploration de voies d'amélioration de la durabilité de menus.

L'amélioration continue de la nutrition de la population constitue un enjeu majeur de santé publique. Pour s'inscrire dans la perspective du développement durable, cette démarche doit, en plus de la dimension nutritionnelle, également considérer les dimensions environnementale et économique, et aussi l'acceptabilité des changements alimentaires par la société et les consommateurs. Sur la base des ingrédients utilisés pour la formulation de huit menus types, une base de données regroupant 140 aliments dont certains produits animaux pouvaient provenir d'une filière conventionnelle ou Oméga 3, a été constituée et renseignée pour des valeurs nutritionnelles, des impacts environnementaux et des caractéristiques socio-économiques. L'analyse multidimensionnelle de ces données a permis d'explorer et de mieux comprendre les relations entre les différentes dimensions pour les différentes catégories d'aliments. Nous avons ensuite développé un outil interactif de manière à permettre, d'une part, d'illustrer graphiquement de manière synthétique des principales caractéristiques des menus étudiés, sur la base d'une liste de 23 critères, et d'autre part, d'explorer différentes voies d'amélioration de ces menus. Cet outil sera prochainement disponible pour les professionnels du domaine de la nutrition.

Mots clefs: Nutrition humaine, durabilité, qualité, impact environnemental, outil, base de données

Abstract

Multidimensional evaluation and development of a tool for the improvement of sustainability of menus

The continuous improvement of nutrition is a major issue for public health. In the perspective of sustainable development this effort needs, besides the improvement of the nutritional quality of diets, to consider the environmental and economic dimensions, and also take into account the acceptability of the nutritional changes by the society and the consumers. Based on the ingredients used to formulate eight typical menus, a data base with 140 food items was built and completed with information relative to the nutritional value, the environmental impacts, and some socio-economic data. A multidimensional analysis of these data has been performed in order to explore and better understand the relationships between the different dimensions for the different categories of food items. An interactive computerized tool was then developed in order (i) to illustrate in an integrated way the main characteristics of the menus, with 23 criteria that can be presented graphically and (ii) to explore different strategies of improvement of these menus.

Keywords: Human nutrition, sustainability, quality, environment, tool, database

Déclaration d'intérêt

Les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt. Natalie KERHOAS est directrice de l'Association Bleu-Blanc-Coeur qui promeut une alimentation naturellement riche en Oméga 3 et respectueuse de l'environnement.

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet ANR AGRALID qui a bénéficié d'un financement par l'Agence Nationale de la Recherche (programme "Systèmes Alimentaires Durables", Edition 2012)

Références

- [1] PNNS, 2011. Programme Nutritionnel Nutrition Santé 2011-2015. Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Santé, 2011 - DICOM n° S-11-047. <http://www.mangerbouger.fr/PNNS/Le-PNNS/Qu-est-ce-que-le-PNNS>.
- [2] Perignon, M., Masset, G., Ferrari, G., Barré, T., Vieux, F., Maillot, M., et al., 2016. How low can dietary greenhouse gas emissions be reduced without impairing nutritional adequacy, affordability and acceptability of the diet? A modelling study to guide sustainable food choices. *Public Health Nutrition* 2006; 19(14): 2662-2674. DOI:10.1017/S1368980016000653
- [3] Merdji M., Certenais E., 2015. Sensibilité du consommateur français à l'égard des messages portant sur la santé, l'environnement, l'identification de l'origine et du mode de production des aliments. Journées Francophone de Nutrition, 2015; Marseille, P012.
- [4] Mourot J., 2016. La composition en acides gras des animaux d'élevage peut-elle être améliorée ? *Pratiques en nutrition*, 12(48), 29-33.

- [5] Anses, 2011. Impact des pratiques en alimentation animale sur la composition en acides gras des produits animaux destinés à l'Homme. ANSES, Paris, France, 274 p. <https://www.anses.fr/fr/system/files/ALAN2005sa0300Ra.pdf>
- [6] Pauly D., Watson R., Alder J., 2005. Global trends in world fisheries: impacts on marine ecosystems and food security. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. DOI: [10.1098/rstb.2004.1574](https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1574)
- [7] Agralid (2012-2015). Programme ANR. Évaluation nutritionnelle, environnementale et socioéconomique de plusieurs menus alimentaires, vers une évolution durable des pratiques agricoles et des recommandations nutritionnelles. <https://www6.inra.fr/agralid/>
- [8] Anses, 2014 Étude individuelle nationale des consommations alimentaires. <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/donnees-de-consommations-et-habitudes-alimentaires-de-letude-inca-2-3/>
- [9] Martin A., Chauliac M., Combris P., Delamaire C., Razanamahefa L., Georges Soler L., Souliac L., Storogenko M., Turck D., Volatier J.L., 2011. Le Programme National Nutrition Santé (PNNS) et l'offre alimentaire. <http://www.em-consulte.com/revue/cnd/46/2S1>
- [10] Coelho CRV, Pernellet F, van der Werf HMG (2016) Environmental Life Cycle Assessment of Diets with Improved Omega-3 Fatty Acid Profiles. *PLoS ONE* 11(8): e0160397. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160397>.
- [11] Pernellet F., Coelho C.R.V., van der Werf H.M.G. Methods to simplify diet and food life cycle inventories: Accuracy versus data-collection resources. *Journal of Cleaner Production* 2017; 140: 410-420. DOI: [10.1016/j.jclepro.2016.06.111](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.111)
- [12] Ciqual, 2014. Ciqual, table de composition nutritionnelle des aliments. <https://ciqual.anses.fr/>
- [13] Schmitt B., Ferry C., Mairesse, G., Kerhoas, N., Chesneau G., Weill P., et al. 2017. The choice of animal feeding system influences fatty acid intakes of the average French diet. *OCL Oilseeds and Fats Crops and Lipids* 2017; DOI: [10.1051/ocl/2017022](https://doi.org/10.1051/ocl/2017022)
- [14] 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. *J Acad Nutr Diet*, 114, 862-869.
- [15] Anses, 2011. Actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras. Rapport d'expertise collective. Anses, Paris, 327 pages. <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2006sa0359Ra.pdf>