



ELSEVIER

Disponible en ligne sur

ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte
www.em-consulte.com



COMPORTEMENT ALIMENTAIRE

Adéquation des consommations alimentaires des femmes enceintes de l'étude ELFE aux recommandations du Programme national nutrition santé



Adherence to PNNS guidelines among pregnant women from the ELFE study

Manik Kadawathagedara^{a,*}, Claire Kersuzan^c,
Sandra Wagner^a, Christine Tichit^c,
Séverine Gojard^c, Marie Aline Charles^{a,b},
Sandrine Lioret^{a,b}, Blandine de Lauzon-Guillain^{a,b}

^a Inserm U1153, centre de recherche épidémiologie et statistique Sorbonne Paris Cité, équipe ORCHAD origines précoces de la santé et du développement de l'enfant, 16, avenue Paul-Vaillant-Couturier, 94807 Villejuif cedex, France

^b UMR-S 1153, université Paris Descartes, 75004 Paris, France

^c INRA, UR1303, alimentation et sciences sociales (ALISS), 94200 Ivry-Sur-Seine, France

Reçu le 8 juillet 2016 ; accepté le 25 novembre 2016

Disponible sur Internet le 24 janvier 2017

MOTS CLÉS

Apport alimentaire ;
Femmes enceintes ;
Cohorte de
naissance ;
Recommandations
nutritionnelles

Résumé

Objectifs. – Évaluer l'adéquation des consommations alimentaires des femmes enceintes aux recommandations du Programme national nutrition santé (PNNS) et identifier les principaux facteurs démographiques et socioéconomiques associés.

Méthodes. – À partir du questionnaire en maternité de 14 051 femmes de l'étude ELFE, un score d'adéquation des apports vis-à-vis des recommandations adultes (score PNNS) et un score d'adéquation des apports vis-à-vis des recommandations spécifiques de la grossesse (score grossesse) ont été construits puis mis en relation avec les caractéristiques démographiques et socioéconomiques des femmes à l'aide de régressions linéaires multivariées.

Résultats. – Le score PNNS médian (échelle de 0 à 11) était de 7,8 et le score grossesse médian (échelle de 0 à 10) était de 7,7. Ces deux scores étaient associés positivement à l'âge de la femme, son niveau d'étude, de revenus et le suivi des cours de préparation à la naissance. Les deux scores étaient également plus élevés chez les femmes nées à l'étranger, primipares et avec un IMC faible.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : manik.kadawathagedara@inserm.fr (M. Kadawathagedara).

Conclusion. – Ces résultats soulignent l'importance de tenir compte des facteurs démographiques et socioéconomiques pour renforcer la communication autour des messages du PNNS auprès des groupes à risque.

© 2016 Société française de nutrition. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Food intake;
Pregnancy;
Birth cohort;
Nutritional guidelines

Summary

Objectives. – To assess the adherence of dietary intake to PNNS guidelines among French pregnant women and to identify the main demographic and socioeconomic factors associated.

Methods. – From the maternity questionnaire of 14,051 women from the ELFE study, a score of adherence to adult guidelines (PNNS score) and a score of adherence to guidelines specific to pregnant women (pregnancy score) were built and related to demographic and socioeconomic characteristics by multivariable linear regressions.

Results. – The median PNNS score (0–11 scale) was 7.8 and the median pregnancy score (0–10 scale) was 7.7. Both scores were positively associated with woman's age, education level, income and attendance to birth preparation courses. Both scores were higher among women born abroad, primiparous and with low BMI.

Conclusion. – These findings highlight the need to take demographic and socioeconomic characteristics into account to enhance communication on PNNS guidelines among at risk groups.

© 2016 Société française de nutrition. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Introduction

De nombreux travaux ont mis en évidence un lien entre l'environnement prénatal et la survenue de pathologies à l'âge adulte. Autrefois appelé « hypothèse de Barker », ce concept est aujourd'hui connu sous le nom d'origine développementale de la santé (Developmental Origins of Health and Diseases [DOHaD]). Ainsi, Barker avait montré en 1989 que les enfants nés avec un petit poids de naissance étaient plus souvent atteints de maladies cardiovasculaires, diabète et syndrome métabolique à l'âge adulte [1]. D'autres exemples historiques, comme celui de la famine Hollandaise en 1944–1945, ont permis de mettre en évidence un lien entre sous-nutrition maternelle durant la grossesse, faible poids de naissance et pathologies à l'âge adulte [2]. Baker et Hales avaient émis l'hypothèse selon laquelle une restriction nutritionnelle durant la grossesse engendrerait une réponse adaptative de l'organisme du fœtus, favorisant la croissance des organes nobles (par exemple le cerveau et le rein) aux détriments des autres et pouvant ainsi aboutir à une altération durable du métabolisme. Ces adaptations seraient d'autant plus délétères que l'enfant est soumis à des apports nutritionnels élevés durant la période postnatale [3,4]. La situation inverse, d'un apport calorique excessif pendant la grossesse, a également des conséquences pour le développement fœtal et la santé de l'enfant à long terme qui sont largement démontrées pour l'obésité maternelle, le gain de poids gestationnel excessif [5,6]. Les apports en micronutriments ont également leur importance. En particulier, l'apport en acide folique en période périconceptionnelle et en début de grossesse joue un rôle dans la prévention des anomalies de fermeture du tube neural. L'alimentation maternelle apparaît donc comme un élément crucial pour le développement fœtal avec des conséquences sur la santé ultérieure de l'enfant [7].

Initié en 2001, le Programme national nutrition santé (PNNS) vise l'amélioration de l'état de santé de la

population en agissant sur l'un de ses déterminants majeurs : la nutrition [8]. Ce plan propose 9 repères (8 repères pour les aliments et 1 repère pour l'activité physique) pour la population générale et des repères supplémentaires pour des populations spécifiques, telles que les femmes enceintes. L'étude de l'alimentation des femmes enceintes constitue un enjeu de santé publique car elle permet d'identifier les groupes plus vulnérables pouvant bénéficier d'une information et de conseils plus approfondis. Néanmoins, il n'existe à ce jour aucun état des lieux sur l'alimentation des femmes enceintes en France à une échelle nationale.

À partir des données de l'Étude longitudinale française depuis l'enfance (ELFE), l'objectif de cette analyse était d'évaluer l'adéquation des consommations alimentaires des femmes enceintes vis-à-vis des recommandations du PNNS et d'identifier les principaux facteurs démographiques et socioéconomiques associés à une meilleure ou moins bonne adéquation des consommations alimentaires aux recommandations.

Matériel et méthodes

Présentation de l'étude

L'étude ELFE constitue la première cohorte française de naissance de grande envergure, avec 18 329 enfants recrutés parmi un échantillon aléatoire de 320 maternités de France métropolitaine. Le recrutement des enfants a été mené sur 25 jours répartis sur l'année 2011 en quatre vagues d'enquête. Les nourrissons étaient éligibles lorsqu'ils étaient nés à 33 semaines d'aménorrhée au moins, singletons ou jumeaux et issus d'une mère majeure résidant en France métropolitaine. Les mères ont signé un consentement éclairé et toutes les données collectées ont été anonymisées. L'étude ELFE a été approuvée par le Comité consultatif pour le traitement de l'information pour la

recherche en santé (CCTIRS) et la Commission nationale informatique et libertés (CNIL). Elle a reçu le label d'intérêt général du Comité national de l'information statistique.

Données recueillies

Alimentation maternelle

Un questionnaire de fréquence alimentaire (QFA), rempli par les femmes à la maternité, a permis d'évaluer l'alimentation des trois derniers mois de la grossesse. Il comprenait 122 items. Les femmes pouvaient répondre parmi sept fréquences allant de « jamais » à « plus d'une fois par jour ». Un manuel photos, issu de l'étude SU.VI.MAX. [9], a permis d'estimer les portions consommées pour 77 aliments et des portions standard ont été appliquées pour les 45 aliments restants. Les quantités journalières consommées ont été obtenues pour chaque item en multipliant, pour chaque individu, les fréquences de consommation par la taille de portion. Ensuite, le croisement de ces quantités journalières avec une table de composition nutritionnelle, également issue de l'étude SU.VI.MAX. [10], a permis le calcul des apports nutritionnels journaliers.

Seuls les QFA avec moins de 11 données manquantes ont été considérés comme exploitables. Parmi les questionnaires considérés comme exploitables, les fréquences manquantes pour un item donné ont été remplacées par la fréquence médiane de cet item.

Une enquête de validation a été effectuée par comparaison à trois rappels de 24 heures (un par mois pendant les trois derniers mois de la grossesse) sur un échantillon ad-hoc de 62 femmes enceintes. Elle a montré que, selon les groupes d'aliments, 92,9 % (pour les viandes) à 100 % (pour le lait) des femmes étaient classées dans le même quintile ou le quintile adjacent par les deux méthodes. L'application des formules d'identification des sur- ou sous-déclarants étant peu adaptée à l'utilisation de QFA, notamment chez les femmes enceintes, il a été décidé d'exclure les femmes avec un apport énergétique hors alcool inférieur au 3^e percentile (933 kcal) ou supérieur au 97^e percentile (5072 kcal).

Un questionnaire additionnel a permis d'évaluer les modifications de consommation de certains groupes d'aliments, tels que les crudités, la viande saignante ou le fromage au lait cru, au cours de la grossesse. Pour chaque groupe d'aliments, les femmes devaient préciser si pendant la grossesse elles en avaient consommé plus, autant, moins ou si elles n'en avaient jamais consommé même avant la grossesse.

La fréquence de consommation des différents repas et collation hebdomadaire (petit déjeuner, déjeuner, goûter, dîner, et collations entre ces repas) durant les trois derniers mois de la grossesse était mesurée via une échelle à 5 points allant de « jamais » à « tous les jours ou presque ».

Variables démographiques et socioéconomiques

Lors du séjour en maternité, des entretiens ont permis de recueillir des renseignements sur la situation sociodémographique des parents (pays de naissance, niveau d'étude, région d'habitation, statut marital), le déroulement de la surveillance prénatale, la consommation de tabac et la prise de supplément médicamenteux en acide folique. La présence d'un diabète préexistant ou gestationnel et le rang de l'enfant ont été extraits du dossier médical. La situation démographique et socioéconomique des femmes (revenus du foyer) a également été évaluée lors de l'entretien

téléphonique qui a eu lieu 2 mois après l'accouchement. Pour ces variables, nous avons utilisé préférentiellement les données du suivi à 2 mois, plus détaillées que celles collectées à la maternité, complétées en cas de donnée manquante par les données de la maternité.

Mesure de l'adéquation aux recommandations

Les recommandations alimentaires du PNNS pour les adultes reposent sur 9 repères quantitatifs (nombre de prises par jour ou quantité par jour). Certaines recommandations ont plusieurs composantes, comme celle correspondant au groupe « Viandes et volailles, produits de la pêche et œufs » qui propose de consommer ce groupe 1 à 2 fois par jour, mais également de consommer du poisson 2 fois par semaine. Pour évaluer le degré d'adéquation des apports vis-à-vis des recommandations nutritionnelles du PNNS pour les adultes, nous avons utilisé le Programme national nutrition santé Guideline Score (PNNS-GS), développé par Estaquio et al. en 2009 [11], adapté à la population des femmes enceintes (notamment pour l'alcool et les produits laitiers). Les recommandations pour la consommation d'alcool, les femmes adultes ne doivent pas excéder deux verres d'alcool par jour, alors que pour les femmes enceintes il est recommandé de ne pas boire d'alcool pendant la grossesse. Concernant les produits laitiers, nous ne voulions pas pénaliser les femmes qui avaient une consommation de produits laitiers supérieure à 3,5 portions par jour. En effet dans le score tel qu'établi par Estaquio et al., il y avait une pénalisation d'une consommation excessive de produits laitiers [11]. Pour ces deux items, nous avons donc modifié les bornes pour une meilleure adéquation avec les recommandations spécifiques aux femmes enceintes. Le score PNNS ainsi construit repose sur 11 items décrits dans le [matériel additionnel \(disponible dans la version électronique de l'article\)](#). Dans notre étude, nous avons été amenés à modifier ce score pour l'adapter aux données disponibles dans l'étude ELFE et aux spécificités de la grossesse :

- tout d'abord, la consommation d'aliments complets n'a pu être évaluée qu'à partir de la consommation de pain, nous avons donc calculé un ratio pain complet sur pain total ;
- pour les matières grasses ajoutées, cette recommandation a été évaluée seulement par le fait de privilégier les matières grasses d'origine végétale par rapport aux matières grasses d'origine animale. La limitation de matières grasses, qui constitue le deuxième élément de la recommandation sur les matières grasses ajoutées n'a pas pu être prise en compte, car nous ne disposons pas de l'information dans l'étude sur le pourcentage de l'énergie totale apporté par les lipides des matières grasses ajoutées ;
- notre QFA ne comportant pas de question sur le sel de table, seul le sel contenu dans les aliments ou les plats (quiche, couscous) figurant dans les tables de consommation alimentaire a été pris en compte. Nous avons également appliqué la méthodologie proposée par Estaquio et al. pour une meilleure prise en compte du sel. En effet, il est estimé que 80 % de l'apport alimentaire du sel en France est lié aux aliments contenant du sel. Nous avons ainsi multiplié l'apport calculé grâce au QFA par 1,25 [11,12] ;
- par ailleurs, notre score PNNS n'a pas été corrigé pour l'apport énergétique, car il est difficile de déterminer les besoins énergétiques des femmes enceintes. Enfin, nous avons fait le choix de construire un score essentiellement

alimentaire, l'item sur l'activité physique n'a donc pas été pris en compte.

Pour évaluer l'adéquation des consommations vis-à-vis des recommandations adressées spécifiquement aux femmes enceintes, nous avons construit un deuxième score, le score grossesse, dont les 9 items sont décrits dans le [matériel additionnel](#). Pour les recommandations portant sur des nutriments, nous avons utilisé comme borne le besoin nutritionnel moyen (BNM) de la population considérée [13]. Dans le cas de l'apport en fer, le BNM utilisé a été celui des femmes adultes (12,32 g/j).

Afin d'obtenir un score très progressif, nous avons appliqué aux deux scores une méthodologie reposant sur le principe du pourcentage de la recommandation atteint par les consommations alimentaires, développée dans le cadre de la cohorte MOBA [14]. Ainsi, pour chacun des items, nous avons utilisé la méthode suivante :

- lorsque la recommandation correspondait à un minimum (par exemple au moins 5 fruits et légumes par jour), un score de 1 point était attribué si la consommation de l'individu était supérieure ou égale à ce minimum. Dans le cas contraire, le score était égal à la consommation de l'individu, divisée par la consommation minimale recommandée (équation 1) ;
- lorsque la recommandation correspondait à un maximum (par exemple limiter la consommation de sel à moins de 8 g/j), un score de 1 point était attribué si la consommation de l'individu était inférieure ou égale à ce maximum. Dans le cas contraire, le score était égal à

la consommation maximale recommandée, divisée par la consommation de l'individu (équation 2) ;

- lorsque la recommandation correspondait à un intervalle (par exemple consommer le groupe d'aliments « viande, volaille, poisson et œufs » 1 à 2 fois par jour), un score de 1 point était attribué si la consommation de l'individu se situait dans cet intervalle. Dans le cas contraire, l'équation 1 était utilisée lorsque la consommation n'atteignait pas la borne inférieure de l'intervalle et l'équation 2 était utilisée lorsque la consommation dépassait la borne supérieure de l'intervalle.

Pour les recommandations concernant les risques infectieux, toxoplasmose et listéria, ainsi que pour la recommandation sur la prise de supplément médicamenteux en acide folique, il ne s'agissait pas de recommandation correspondant à un minimum, un intervalle ou un maximum : nous avons donc attribué un score selon le nombre de recommandations suivies. Les modifications de fréquences de consommation de certains aliments ont pu être prise en compte, pour la toxoplasmose : viande saignante, crudités et pour la listériose viande saignante, charcuterie et fromage au lait cru. Le score toxoplasmose a été calculé uniquement chez les femmes séronégatives en début de grossesse ($n = 9401$).

Le score global correspond ensuite à la somme des scores obtenus pour chacun des items.

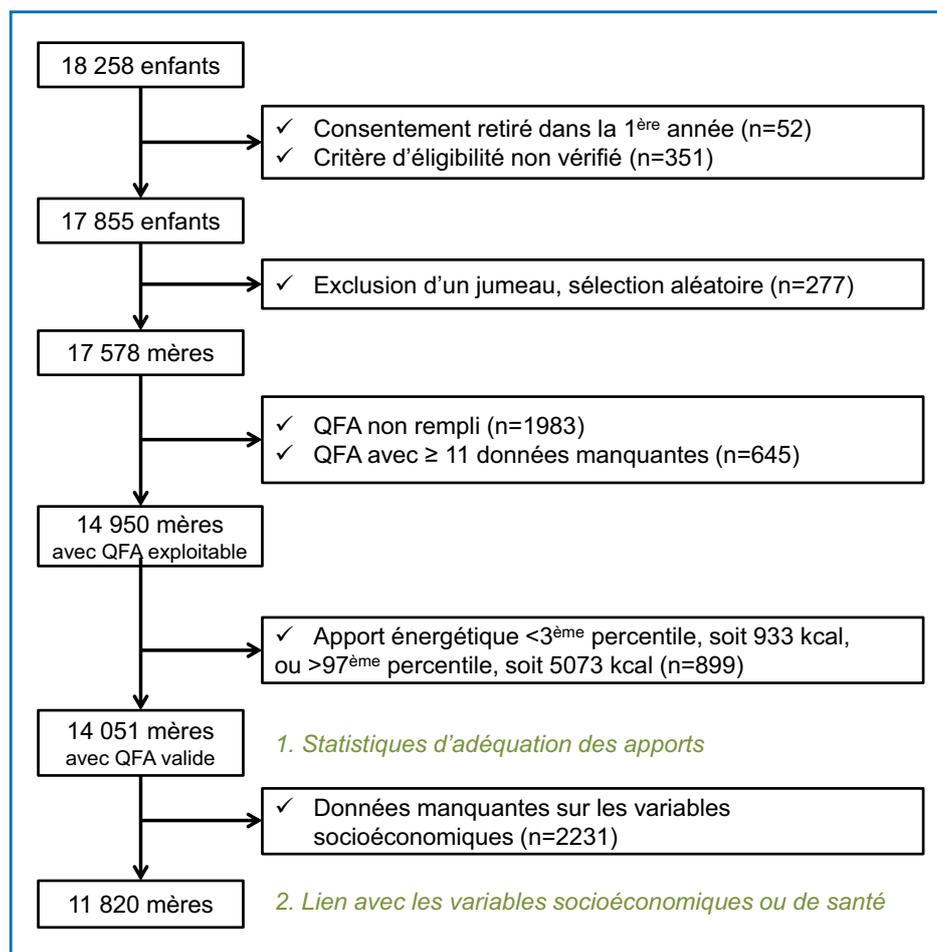


Figure 1. Diagramme de flux.

Sélection de la population

Les différentes étapes de sélection de la population sont présentées sur la Fig. 1. Parmi les 17 855 enfants éligibles de la cohorte ELFE, nous avons sélectionné au hasard un seul jumeau en cas de grossesse gémellaire ($n=277$ exclusions), afin que chaque femme ne soit représentée qu'une seule fois dans l'échantillon. Parmi les 14 950 femmes avec un QFA exploitable, 899 femmes enceintes ont été considérées comme ayant un apport énergétique improbable et retirées des analyses.

Pour les analyses sur les liens entre les variables démographiques ou socioéconomiques et les scores d'adéquation des consommations vis-à-vis des recommandations, nous avons exclu des analyses les sujets avec au moins une donnée manquante sur les variables considérées (Fig. 1).

Analyses statistiques

Les analyses descriptives ont été pondérées afin de tenir compte du plan de sondage stratifié et du biais résultant du refus de participation à l'étude en maternité et de la non-réponse au QFA. La pondération a été calculée, d'une part, par ajustement à partir des variables communes aux consentantes et aux non consentantes et, d'autre part, par redressement à l'aide d'un calage sur les marges de plusieurs variables (âge, région, statut matrimonial, statut d'immigré, niveau d'étude et primiparité) à partir de données d'état civil et de l'Enquête nationale périnatale 2010 [15].

L'étude des relations entre les scores et les variables démographiques et socioéconomiques a été menée à l'aide de régressions linéaires multiples. Ainsi un modèle de régression a été réalisé pour chacun des scores : score PNNS et score grossesse, ajustant simultanément sur l'ensemble des variables démographiques et socioéconomiques étudiées. Des analyses de sensibilité ont été réalisées, d'une part, en ne faisant pas d'exclusion sur l'apport énergétique et, d'autre, part en utilisant les pondérations pour tenir compte des non-réponses. Le seuil de significativité a été fixé à 5 %. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS version 9.3 (SAS Institute, Cary, NC).

Résultats

Les caractéristiques des femmes sélectionnées sont présentées dans le Tableau 1.

Description du score

Pour les 14 051 femmes incluses dans l'analyse, la médiane du score PNNS était de 7,8 (EIQ : étendue interquartile quartile 1 [Q1] à quartile 3 [Q3]) (Q1 : 7,0–Q3 : 8,5) pour un score maximal de 11 points. La distribution du score PNNS est présentée sur la Fig. 2. La moyenne du score grossesse était de 7,7 (Q1 : 7,2–Q3 : 8,1) pour un score maximal de 9 points. La distribution du score grossesse est présentée sur la Fig. 3.

Les Fig. 2 et 3 montrent, pour chaque item des scores, le pourcentage de femmes ayant atteint un score de 1 point (adéquation parfaite) ou ayant un score compris entre 0,75 et 1 point (bonne adéquation). Les items du score PNNS les mieux suivis correspondaient aux consommations suivantes : « féculents », « produits laitiers », « viandes, poisson, œufs », « ratio matières grasses végétales/animales », « sucres ajoutés », « alcool », « eau et boisson sucrée » et « sel ». Les items du score PNNS pour lesquels moins de 50 %

Tableau 1 Caractéristiques de la population.

	<i>n</i> (% ^a)
Âge maternel	
Moins 25 ans	1520 (14,1)
25–29 ans	4375 (31,2)
30–34 ans	5154 (33,4)
35 ans et plus	3002 (21,3)
Niveau d'étude de la mère	
Au plus primaire	51 (0,90)
Collège	401 (6,44)
CAP/BEP	1818 (18,7)
Lycée général	1035 (8,10)
Lycée technique	1779 (12,2)
Études supérieures	8940 (53,7)
Pays de naissance	
France	12 689 (82,1)
Étranger	1355 (17,9)
Statut marital	
Mariée	6321 (43,4)
Pacsée	2233 (13,1)
Cohabitation	4866 (36,7)
Seule	579 (6,81)
Région	
Région parisienne	2344 (21,4)
Nord	1317 (7,15)
Est	1429 (7,90)
Bassin Parisien Est	1214 (8,14)
Bassin Parisien Ouest	1235 (9,56)
Ouest	2090 (13,1)
Sud-Ouest	1144 (7,66)
Centre-Est	1604 (10,7)
Méditerranée	1674 (11,4)
Revenu du foyer	
< 1501 euros/mois	1033 (12,6)
1501–2300 euros/mois	1876 (17,7)
2301–3000 euros/mois	3619 (27,9)
3001–4000 euros/mois	3484 (24,7)
4001–5000 euros/mois	1411 (9,61)
> 5000 euros/mois	1140 (7,47)
IMC avant grossesse	
< 18,5 kg/m ²	1033 (7,80)
18,5–24,9 kg/m ²	9117 (63,3)
25–29,9 kg/m ²	2391 (18,1)
30 kg/m ² et plus	1369 (10,8)
Consommation de tabac pendant la grossesse	
Non-fumeuse	7897 (56,9)
Fumeuse avant grossesse	3361 (21,2)
Fumeuse avant 3 ^e trimestre	549 (4,19)
Fumeuse pendant 3 ^e trimestre	2199 (17,7)
Sérologie toxoplasmose	
Non immunisée	9043 (65,3)
Immunisée	4650 (33,9)
IGM+ seul ou spécifique	83 (0,57)
Séroconversion suspectée ou documentée	30 (0,20)

^a Pourcentage pondéré estimé à partir des 14 051 femmes avec un questionnaire de fréquence alimentaire valide.

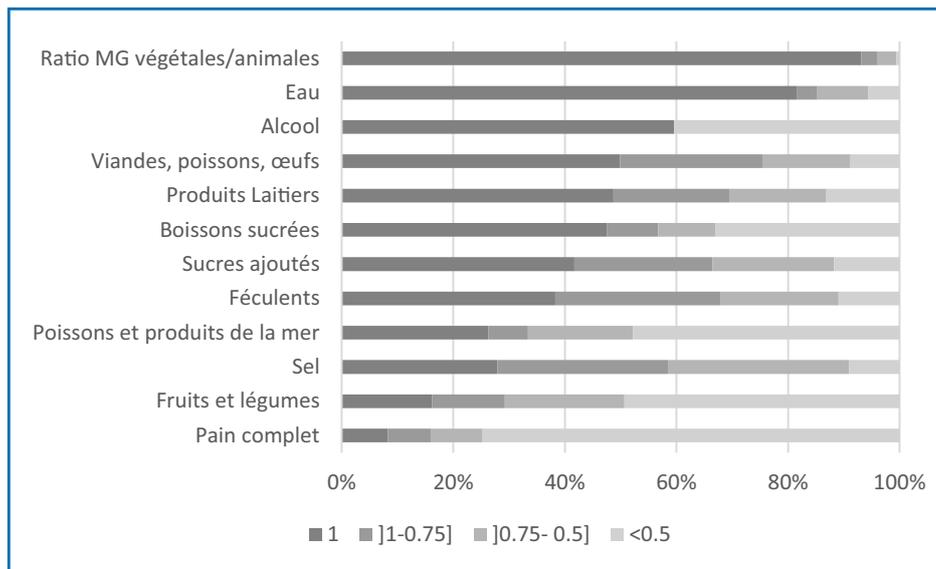


Figure 2. Descriptif de l'adéquation des consommations alimentaires de femmes enceintes * au regard des différentes recommandations PNNS à destination de la population adulte, Nuancier de gris : pourcentage des femmes qui atteignent un score = 1, score [0,75–1[, score [0,5–0,75[et score <0,5 pour l'item considéré, * l'item sel ne tient compte que du sel contenu dans les aliments ou les plats (quiche, couscous) figurant dans les tables de consommation alimentaire.

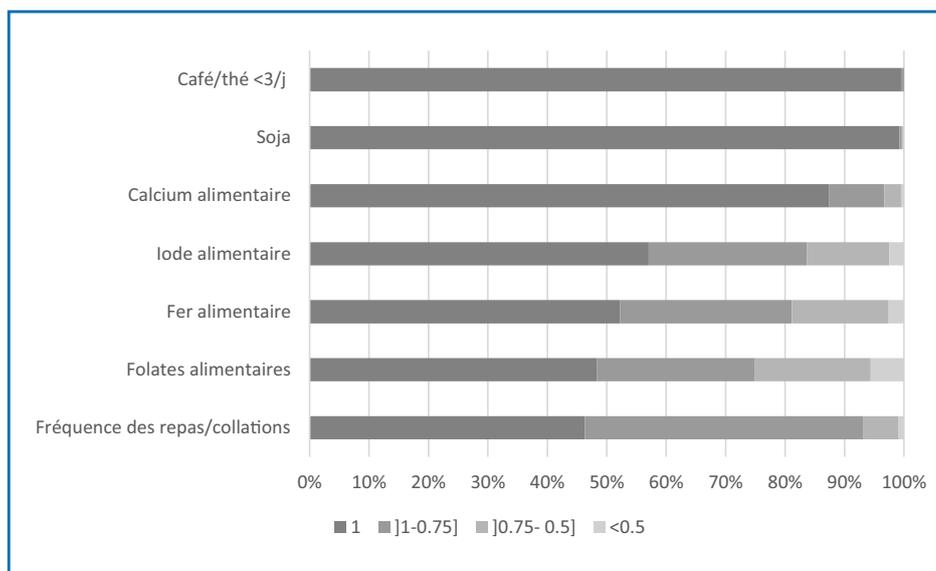


Figure 3. Descriptif de l'adéquation des consommations alimentaires de femmes enceintes au regard des différentes recommandations PNNS spécifique à la grossesse à destination des femmes enceintes, Nuancier de gris : pourcentage des femmes qui atteignent un score = 1 score [0,75–1[, score [0,5–0,75[et score <0,5 pour l'item considéré.

des femmes avaient obtenus un score de 0,75 étaient « fruits et légumes », « aliments complets » et « poisson et produits de la mer ».

Les items du score grossesse pour lesquels 50 % des femmes avaient un score supérieur à 0,75 (bonne adéquation) étaient les suivants : apport alimentaires en « folates », « calcium », « fer », « iode », « soja », « café/thé » et « fréquences des prises alimentaires ». Par ailleurs, 54 % des femmes suivaient toutes les recommandations spécifiques pour la listériose et 23 % des femmes seulement étaient supplémentées en acide folique avant la grossesse ou au premier trimestre de la grossesse. Parmi les 9401 femmes

séronégatives pour la toxoplasmose, 61 % suivaient au moins une des deux recommandations spécifiques pour la toxoplasmose (dont 21 % suivaient les deux).

Relation entre les scores et les variables démographiques et socioéconomiques

Les deux scores, PNNS et grossesse, étaient plus élevés lorsque les femmes étaient mariées, avec des revenus élevés et un niveau d'étude élevé. Ils étaient également supérieurs pour les femmes n'ayant pas fumé pendant la grossesse et

Tableau 2 Associations entre les variables sociodémographiques ou paramètres de santé des femmes et les scores d'adhésion aux recommandations nutritionnelles à destination des adultes ou spécifiques de la grossesse, régressions linéaires multiples ($n = 11\ 820$).

	Score PNNS $n = 11\ 820$		Score grossesse $n = 11\ 820$	
	β (IC 95 %)	p	β (IC 95 %)	p
Âge maternel		< 0,0001		< 0,0001
Moins de 25 ans	-0,36 (-0,43 ; -0,28)		-0,17 (-0,22 ; -0,12)	
25–29 ans	-0,12 (-0,17 ; -0,07)		-0,06 (-0,09 ; -0,03)	
30–34 ans	0 (REF)		0 (REF)	
35 ans et plus	0,15 (0,10 ; 0,21)		0,01 (-0,03 ; 0,05)	
Pays de naissance		< 0,0001		0,33
France	0 (REF)		0 (REF)	
Étranger	0,24 (0,17 ; 0,31)		0,02 (-0,02 ; 0,07)	
Niveau d'étude		< 0,0001		< 0,0001
Au plus primaire	-0,26 (-0,62 ; 0,09)		-0,05 (-0,30 ; 0,20)	
Collège	-0,26 (-0,40 ; -0,13)		-0,17 (-0,26 ; -0,07)	
CAP/BEP	-0,22 (-0,29 ; -0,15)		-0,14 (-0,18 ; -0,09)	
Lycée général	-0,11 (-0,19 ; -0,04)		-0,09 (-0,14 ; -0,03)	
Lycée technique	-0,19 (-0,26 ; -0,13)		-0,13 (-0,18 ; -0,09)	
Études supérieures	0 (REF)		0 (REF)	
Revenus du foyer		0,002		0,02
< 1501 euros/mois	-0,07 (-0,15 ; 0,01)		-0,05 (-0,08 ; 0,04)	
1501–2300 euros/mois	-0,01 (-0,07 ; 0,06)		-0,01 (-0,06 ; 0,03)	
2301–3000 euros/mois	0 (REF)		0 (REF)	
3001–4000 euros/mois	0,03 (-0,02 ; 0,08)		0,03 (-0,01 ; 0,06)	
4001–5000 euros/mois	0,08 (0,02 ; 0,15)		0,03 (-0,02 ; 0,08)	
> 5000 euros/mois	0,13 (0,05 ; 0,21)		0,07 (0,02 ; 0,12)	
Région		< 0,0001		0,05
Région parisienne	0 (REF)		0 (REF)	
Nord	-0,03 (-0,11 ; 0,05)		-0,02 (-0,08 ; 0,04)	
Est	0,02 (-0,05 ; 0,10)		0,02 (-0,03 ; 0,07)	
Bassin Parisien Est	0,03 (-0,05 ; 0,11)		-0,02 (-0,08 ; 0,04)	
Bassin Parisien Ouest	0,08 (0,01 ; 0,16)		-0,06 (-0,11 ; 0,00)	
Ouest	0,13 (0,06 ; 0,20)		0,02 (-0,02 ; 0,07)	
Sud-Ouest	0,18 (0,10 ; 0,26)		0,00 (-0,05 ; 0,06)	
Sud-Est	0,12 (0,05 ; 0,20)		-0,01 (-0,06 ; 0,04)	
Méditerranée	0,20 (0,12 ; 0,27)		-0,05 (-0,10 ; 0,00)	
Statut matrimonial		0,005		< 0,0001
Mariée	0 (REF)		0 (REF)	
Pacsée	-0,01 (-0,06 ; 0,05)		0,02 (-0,02 ; 0,06)	
Cohabitation	-0,08 (-0,12 ; -0,03)		-0,05 (-0,08 ; -0,01)	
Seule	-0,10 (-0,21 ; 0,02)		-0,14 (-0,22 ; -0,06)	
Rang de l'enfant		0,14		< 0,0001
Un	0 (REF)		0 (REF)	
Deux	0,05 (0,00 ; 0,10)		-0,06 (-0,09 ; -0,02)	
Trois	0,07 (0,00 ; 0,14)		-0,09 (-0,13 ; -0,04)	
Quatre et plus	0,04 (-0,06 ; 0,14)		-0,15 (-0,22 ; -0,08)	
Tabagisme maternel pendant la grossesse		< 0,0001		< 0,0001
Non-fumeuse	0 (REF)		0 (REF)	
Fumeuse avant grossesse	-0,13 (-0,18 ; -0,09)		0,02 (-0,02 ; 0,05)	
Fumeuse avant 3 ^e trimestre	-0,17 (-0,27 ; 0,07)		-0,08 (-0,15 ; -0,02)	
Fumeuse pendant 3 ^e trimestre	-0,37 (-0,42 ; 0,31)		-0,09 (-0,13 ; -0,05)	
IMC avant grossesse		0,38		< 0,0001
< 18,5 kg/m ²	-0,04 (-0,12 ; 0,03)		0,03 (-0,02 ; 0,08)	
18,5–24,9 kg/m ²	0 (REF)		0 (REF)	
25–29,9 kg/m ²	-0,04 (-0,09 ; 0,01)		-0,07 (-0,11 ; -0,03)	
30 kg/m ² et plus	-0,01 (-0,07 ; 0,06)		-0,14 (-0,19 ; -0,09)	

Tableau 2 (Suite)

	Score PNNS <i>n</i> = 11 820		Score grossesse <i>n</i> = 11 820	
	β (IC 95 %)	<i>p</i>	β (IC 95 %)	<i>p</i>
Diabète		< 0,0001		0,24
Non	0 (REF)		0 (REF)	
Diabète préexistant	0,66 (0,46 ; 0,86)		0,07 (−0,07 ; 0,21)	
Diabète gestationnel	0,40 (0,33 ; 0,46)		0,03 (−0,01 ; 0,08)	
Nombre de consultations prénatales		0,01		< 0,0001
0–5 consultations	−0,11 (−0,22 ; 0,01)		−0,12 (−0,20 ; −0,04)	
6–9 consultations	0 (REF)		0 (REF)	
10–14 consultations	0,04 (0,00 ; 0,09)		0,05 (0,02 ; 0,09)	
15 consultations et plus	0,10 (0,00 ; 0,20)		0,08 (0,01 ; 0,15)	
Nombre de séances de préparation à la naissance		< 0,0001		< 0,0001
Aucune séance	0 (REF)		0 (REF)	
1–2 séances	0,17 (0,08 ; 0,27)		0,10 (0,04 ; 0,17)	
3–5 séances	0,08 (0,02 ; 0,14)		0,11 (0,07 ; 0,15)	
6–9 séances	0,15 (0,10 ; 0,21)		0,17 (0,14 ; 0,21)	
10 séances et plus	0,25 (0,10 ; 0,39)		0,21 (0,11 ; 0,31)	

pour celles ayant assisté à un nombre important de cours de préparation à la naissance (Tableau 2).

Certaines caractéristiques étaient liées plus spécifiquement à l'un des deux scores. Le score PNNS était plus élevé chez les femmes âgées d'au moins 35 ans, nées à l'étranger, vivant dans les régions du sud de la France et pour celles ayant un diabète avant ou pendant la grossesse. Le score grossesse était, quant à lui, plus faible pour les femmes âgées de moins de 30 ans, obèses avant la grossesse, ayant un grand nombre d'enfants et ayant eu peu de consultations prénatales (Tableau 2).

Les analyses de sensibilité ont montré des résultats similaires.

Discussion

Construction des scores

Les scores PNNS et grossesse sont des variables de synthèse caractérisant la qualité de l'alimentation et l'adéquation des consommations vis-à-vis des recommandations.

Le score d'adéquation des consommations vis-à-vis des recommandations nutritionnelles du PNNS pour les adultes repose principalement sur le score PNNS-GS, développé dans le cadre de l'étude SU.VI.MAX. [11]. Ce score permet une prise en compte de l'alimentation dans sa globalité au lieu de se focaliser sur des nutriments ou des groupes d'aliments particuliers. Ce score global a déjà été utilisé dans plusieurs études pour caractériser l'alimentation de la population générale et en comprendre les déterminants facteurs associés démographiques et socioéconomiques [11, 16–25]. Il a également permis de mettre en évidence que les personnes qui suivaient le mieux les recommandations du PNNS étaient moins à risque de développer un surpoids au cours de six ans de suivi [19].

Lors de la création du score grossesse, nous avons utilisé le BNM pour considérer un apport comme adéquat ou non. En effet, il a été montré, au niveau d'une population que ce seuil était celui qui biaisait le moins la prévalence de

l'inadéquation des apports [13]. Pour évaluer l'adéquation des apports en fer, nous avons utilisé le BNM des femmes adultes et non celui des femmes enceintes. En effet, les apports nutritionnels conseillés en fer pendant la grossesse sont identiques à ceux des femmes en âge de procréer au Royaume-Uni [26], dans les pays nordiques [27], en Allemagne [28] et selon l'OMS [29], alors qu'ils sont multipliés par 1,5 ou 2 aux États-Unis, au Canada [30] et en France. Bien que nous ayons retenu ce seuil minimal, seules 51,9 % des femmes de l'étude ELFE avaient un apport en fer considéré comme adéquat. Une prise de supplément médicamenteux en fer peut être proposée en fonction des résultats de la numération formule sanguine réalisée en début de grossesse et au 6^e mois [31–33]. Par ailleurs, bien qu'il existe une recommandation pour l'apport en vitamine D chez les femmes enceintes, il n'était pas possible de l'intégrer dans notre score car l'apport lié à l'exposition solaire et le statut de biologique des femmes n'étaient pas des informations disponibles dans ELFE.

L'estimation des apports alimentaires à partir d'un questionnaire de fréquence ne permet pas une estimation précise. Les chiffres d'adéquation des consommations selon les différents critères évalués qui reposent sur une estimation des apports ne doivent donc pas être considérés dans l'absolu mais plutôt en relatif pour comparer les femmes enceintes de l'étude ELFE entre elles et évaluer si les tendances observées sont similaires avec d'autres études ayant adopté la même méthodologie. Le QFA de l'étude ELFE a été rempli à la maternité et portait sur les trois derniers mois de la grossesse : il n'est donc pas représentatif des consommations sur l'ensemble de la grossesse. De plus, les besoins énergétiques des femmes enceintes étant difficiles à évaluer, nous avons choisi de ne pas effectuer de pénalisation des scores pour des apports énergétiques trop élevés. Par ailleurs, pour les recommandations de nature toxicologique, notre questionnaire ne permettait pas d'évaluer complètement la suppression de certains aliments du régime alimentaire mais uniquement la diminution de leur consommation depuis le début de la grossesse, ce qui a pu conduire à une surestimation du respect de ces recommandations.

L'étude de validation du QFA a été réalisée uniquement sur trois rappels des 24 heures. Il n'y a pas eu de dosage de biomarqueurs. Enfin, au lieu de déterminer des bornes pour définir un score de 0,5 ou de 1 point pour chaque item, nous avons choisi d'utiliser un pourcentage d'adéquation des consommations à chacune des recommandations, en faisant l'hypothèse que ce choix nous permettait une analyse plus fine de l'adéquation des apports de la population aux recommandations. Cependant, cette méthode présente une limite importante car lorsque la recommandation correspond à un maximum et que la consommation est beaucoup plus importante que celle préconisée, il est quasiment impossible d'obtenir un score de 0. De même, lorsque la recommandation correspond à un minimum, on n'obtient pas plus de points si on consomme six fruits et légumes par jour que si on en consomme dix.

Quelles femmes enceintes suivent le mieux les recommandations nutritionnelles en France ?

À notre connaissance, il n'existe aucun état des lieux de l'alimentation des femmes enceintes en France. Cette première étude permet d'apporter des éléments d'évaluation des risques alimentaires et nutritionnels et de mieux comprendre les facteurs démographiques et socioéconomiques associés aux comportements nutritionnels des femmes enceintes, ce qui pourrait permettre l'orientation des programmes nationaux de prévention et d'éducation à la santé.

Plusieurs facteurs étaient associés de manière identique aux scores grossesse et PNNS comme des variables démographiques et socioéconomiques (âge, éducation, revenu) ou des comportements liés aux préoccupations de santé (tabac, préparation à la naissance). Certains facteurs étaient associés spécifiquement au score PNNS, traduisant vraisemblablement les habitudes culturelles et les traditions culinaires (région, pays de naissance). Enfin, d'autres facteurs étaient associés spécifiquement au score grossesse résumant l'exposition et l'attention portée aux recommandations (nombre d'enfants, nombre de consultations prénatales). Certaines données de la littérature montrent que les femmes nullipares ont des meilleurs scores alimentaires durant la grossesse que les femmes multipares [34–37]. Dans nos analyses nous retrouvons un effet inverse, plus les femmes ont d'enfants plus le score PNNS est élevé, cette relation peut être due à la population d'étude, qui a un niveau d'études élevé par rapport à la population générale. Néanmoins, nos analyses tiennent compte du niveau d'études des femmes. Une autre interprétation possible serait l'amélioration de la qualité nutritionnelle par la présence des enfants dans le foyer. En effet les mères ayant déjà un ou plusieurs enfants pourraient modifier leurs habitudes alimentaires pour respecter davantage les recommandations dès lors qu'elles ont des enfants. Ainsi elles pourraient faire bénéficier à leurs enfants d'une alimentation plus saine et leurs inculquer de meilleures habitudes alimentaires. Cet effet a également été retrouvé dans d'autres études sur les déterminants de la qualité nutritionnelle de l'alimentation des femmes enceintes au Canada [38,39]. L'effet de l'âge de la femme à l'accouchement sur la qualité de l'alimentation est dans notre étude cohérent avec les données de la littérature, les femmes les plus jeunes ayant des scores PNNS et score grossesse plus faibles que les femmes plus âgées [34,40].

Il a été montré en 2006 que les femmes en âge de procréer ne constituaient pas un groupe particulièrement à risque d'inadéquation des apports en calcium en France [41]. Ce rapport est en accord avec nos résultats qui montrent que la recommandation sur les apports en calcium est satisfaite pour une large majorité des femmes enceintes de notre étude.

La prise de supplément médicamenteux en acide folique permet de réduire le risque d'anomalies de fermeture du tube neural (par exemple : spina-bifida, anencéphalie). Les recommandations varient selon les pays européens mais la plupart préconisent une prise de supplément médicamenteux en période péri-conceptionnelle et au 1^{er} trimestre de la grossesse [42]. Dans notre population, l'adéquation à cette recommandation reste faible. En effet, si 42,4 % des femmes ont reçu un supplément médicamenteux en acide folique au cours de la grossesse, seules 23 % ont été supplémentées durant la période recommandée.

Comparaison à d'autres études étrangères

Un autre indice de qualité du régime alimentaire des femmes enceintes, le Diet Quality Index for Pregnancy (DQI-P) a été développé dans l'étude de cohorte Pregnancy, Infection and Nutrition (PIN) menée en Caroline du Nord aux États-Unis [34]. Un score élevé pour cet indice de qualité était positivement associé à l'âge des femmes, à leur niveau d'études et de revenus, ainsi qu'à la primiparité [34]. Des relations similaires entre caractéristiques des femmes et qualité de l'alimentation pendant la grossesse ont été mises en évidence en Norvège [14,43] et en Espagne [44].

La cohorte Australian Longitudinal Study on Women's Health (ALSWH), portant notamment sur la qualité de l'alimentation des femmes australiennes ($n = 7486$) en 2003, montrait que les femmes enceintes ne respectaient pas l'ensemble des recommandations. À partir des données d'un QFA validé, ils ont construit un score de respect des recommandations alimentaires australiennes Australian Recommended Food Score (ARFS) et ainsi montré que pour les folates, le fer et les fibres alimentaires, les niveaux requis n'étaient pas atteints [45]. Ils ont également montré que les deux items ayant les plus faibles scores étaient la consommation de protéines (particulièrement de poisson) et de céréales. Ces résultats sont assez similaires aux nôtres dans la mesure où nous observons également une consommation insuffisante de « poissons et de produits de la mer ».

Dans l'étude espagnole INMA-Valencia (acronyme espagnol pour Enfance et Environnement), un QFA portant sur l'alimentation au cours du 1^{er} trimestre de grossesse a été rempli par 822 femmes. Les auteurs ont pu montrer que 76,6 % de femmes n'atteignaient pas les recommandations alimentaires pour la consommation de féculents. Les groupes d'aliments pour lesquels les recommandations étaient les mieux suivies étaient : les viandes – volailles – poissons – œufs, fruits, légumes, et les boissons non alcooliques peu sucrées avec respectivement 69,8 %, 52,1 %, 53,8 % et 88,4 % des femmes dont les consommations atteignaient les recommandations [44]. Concernant la prise d'un supplément médicamenteux en acide folique, nos résultats sont très différents de ceux observés dans la cohorte INMA, dans laquelle la prise d'un supplément médicamenteux en acide folique concernait plus de 90 % des femmes au premier trimestre de grossesse [44]. Cette différence pourrait être liée à une différence de prescription

de l'acide folique entre ces deux pays ou à une différence culturelle dans la planification de la grossesse.

Conclusion

Cette étude apporte des éléments de compréhension des habitudes alimentaires des femmes enceintes vivant en France. Elle permet de mettre en avant les facteurs associés à une bonne adéquation des consommations avec les recommandations du PNNS et pourrait ainsi permettre de renforcer la communication autour des messages du PNNS auprès des femmes les plus jeunes et les moins éduquées mais aussi des femmes multipares.

Au-delà de cet enjeu opérationnel, le travail méthodologique de construction de scores présente une vocation plus large : les scores PNNS et grossesse pourront être utilisés comme variables de caractérisation de la qualité de l'alimentation maternelle dans d'autres analyses. Ces scores pourront permettre d'analyser les relations entre alimentation maternelle et croissance fœtale et développement de l'enfant.

Financement

L'enquête ELFE est une réalisation conjointe de l'Institut national d'études démographiques (Ined), de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm), de l'Établissement français du sang (EFS), de l'Institut de veille sanitaire (InVS), de l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee), de la Direction générale de la santé (DGS, Ministère chargé de la santé), de la Direction générale de la prévention des risques (DGPR, Ministère chargé de l'environnement), de la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (Drees, Ministères chargé de la santé et de l'emploi) et de la Caisse nationale des allocations familiales (CNAF), avec le soutien du Ministère de la recherche, du comité de concertation pour les données en sciences humaines et sociales (CCDSHS) et du Ministère de la culture (Deps). Dans le cadre de la plateforme RECONAI, elle bénéficie d'une aide de l'État gérée par l'Agence nationale de la recherche au titre du programme Investissements d'avenir portant la référence ANR-11-EQPX-0038.

Ce projet a bénéficié d'un financement ANR dans le cadre du projet SOFI (« Déterminants socioculturels des pratiques alimentaires durant la première année de vie », ANR-12-DSSA-0001) et d'une subvention de recherche de la Société française du DOHaD (Developmental Origins of Health and Disease)/Blédina.

Remerciements

Les auteurs remercient les familles qui ont participé à l'étude ELFE, ainsi que les membres de l'équipe ELFE pour leur travail de mise à disposition des données de l'étude.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Annexe 1. Matériel complémentaire

Le matériel complémentaire (Annexe 1) accompagnant la version en ligne de cet article est disponible sur <http://www.sciencedirect.com> et <http://dx.doi.org/10.1016/j.cnd.2016.12.001>.

Références

- [1] Barker DJ, Osmond C, Golding J, Kuh D, Wadsworth ME. Growth in utero, blood pressure in childhood and adult life, and mortality from cardiovascular disease. *BMJ* 1989;298(6673).
- [2] Painter RC, de Rooij SR, Bossuyt PM, et al. Early onset of coronary artery disease after prenatal exposure to the Dutch famine. *Am J Clin Nutr* 2006;84(2):322–7 [quiz 466–7].
- [3] Hales CN, Barker DJ. Type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus: the thrifty phenotype hypothesis. *Diabetologia* 1992;35(7):595–601.
- [4] Hales CN, Barker DJ. The thrifty phenotype hypothesis. *Br Med Bull* 2001;60:5–20.
- [5] Lawlor DA, Lichtenstein P, Fraser A, Langstrom N. Does maternal weight gain in pregnancy have long-term effects on offspring adiposity? A sibling study in a prospective cohort of 146,894 men from 136,050 families. *Am J Clin Nutr* 2011;94(1):142–8, <http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.110.009324>.
- [6] Sharp GC, Lawlor DA, Richmond RC, et al. Maternal pre-pregnancy BMI and gestational weight gain, offspring DNA methylation and later offspring adiposity: findings from the Avon Longitudinal Study of Parents and Children. *Int J Epidemiol* 2015;44(4):1288–304, <http://dx.doi.org/10.1093/ije/dyv042>.
- [7] McMillen IC, MacLaughlin SM, Muhlhauser BS, Gentili S, Duffield JL, Morrison JL. Developmental origins of adult health and disease: the role of periconceptional and foetal nutrition. *Basic Clin Pharmacol Toxicol* 2008;102(2):82–9, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1742-7843.2007.00188.x>.
- [8] Hercberg S, Chat-Yung S, Chaulia M. The French National Nutrition and Health Program: 2001–2006–2010. *Int J Public Health* 2008;53(2):68–77.
- [9] Hercberg S, Deheeger M, Preziosi P. SU.VI.MAX. Portions alimentaires : manuel photos pour l'estimation des quantités. Paris: Éditions Polytechnica; 2002.
- [10] Hercberg S. Table de composition des aliments SU.VI.MAX. *Economica*; 2006.
- [11] Estaquio C, Kesse-Guyot E, Deschamps V, et al. Adherence to the French Programme National Nutrition Santé Guideline Score is associated with better nutrient intake and nutritional status. *J Am Diet Assoc* 2009;109(6):1031–41, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jada.2009.03.012>.
- [12] Agency, AFDSAFFS. Rapport du groupe de travail sur le sel [Report on salt: evaluation and recommendations]. Paris, France: Agence française de sécurité alimentaire; 2002.
- [13] de Lauzon B, Volatier JL, Martin A. A Monte Carlo simulation to validate the EAR cut-point method for assessing the prevalence of nutrient inadequacy at the population level. *Public Health Nutr* 2004;7(7):893–900.
- [14] von Ruesten A, Brantsæter A, Haugen M, et al. Adherence of pregnant women to Nordic dietary guidelines in relation to postpartum weight retention: results from the Norwegian Mother and Child Cohort Study. *BMC Public Health* 2014;14(1), <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2458-14-75>.
- [15] Juillard H, Thierry X, Razafindratsima N, Bringe A, Lanoë JL. Pondération de l'enquête ELFE en maternité. Villejuif: ELFE; 2014. p. 36.
- [16] Alles B, Samieri C, Feart C, Jutand MA, Laurin D, Barberger-Gateau P. Dietary patterns: a novel approach to examine the link between nutrition and cognitive function in older individuals. *Nutr Res Rev* 2012;25(2):207–22, <http://dx.doi.org/10.1017/S0954422412000133>.

- [17] Julia C, Vernay M, Salanave B, et al. Nutrition patterns and metabolic syndrome: a need for action in young adults (French Nutrition and Health Survey – ENNS, 2006–2007). *Prev Med* 2010;51(6):488–93, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2010.09.009>.
- [18] Kesse-Guyot E, Amieva H, Castetbon K, et al. Adherence to nutritional recommendations and subsequent cognitive performance: findings from the prospective supplementation with antioxidant vitamins and minerals 2 (SU.VI.MAX 2) study. *Am J Clin Nutr* 2011;93(1):200–10, <http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.2010.29761>.
- [19] Kesse-Guyot E, Castetbon K, Estaquio C, Czernichow S, Galan P, Hercberg S. Association between the French nutritional guideline-based score and 6-year anthropometric changes in a French middle-aged adult cohort. *Am J Epidemiol* 2009;170(6):757–65, <http://dx.doi.org/10.1093/aje/kwp174>.
- [20] Kesse-Guyot E, Fezeu L, Galan P, Hercberg S, Czernichow S, Castetbon K. Adherence to French nutritional guidelines is associated with lower risk of metabolic syndrome. *J Nutr* 2011;141(6):1134–9, <http://dx.doi.org/10.3945/jn.110.136317>.
- [21] Kesse-Guyot E, Touvier M, Henegar A, et al. Higher adherence to French dietary guidelines and chronic diseases in the prospective SU.VI.MAX cohort. *Eur J Clin Nutr* 2011;65(8):887–94, <http://dx.doi.org/10.1038/ejcn.2011.61>.
- [22] Lassale C, Fezeu L, Andreeva VA, et al. Association between dietary scores and 13-year weight change and obesity risk in a French prospective cohort. *Int J Obes* 2012;36(11):1455–62, <http://dx.doi.org/10.1038/ijo.2011.264>.
- [23] Lassale C, Galan P, Castetbon K, et al. Differential association between adherence to nutritional recommendations and body weight status across educational levels: a cross-sectional study. *Prev Med* 2013;57(5):488–93, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2013.06.030>.
- [24] Lassale C, Galan P, Julia C, Fezeu L, Hercberg S, Kesse-Guyot E. Association between adherence to nutritional guidelines, the metabolic syndrome and adiposity markers in a French adult general population. *PLoS One* 2013;8(10):e76349, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0076349>.
- [25] Malon A, Deschamps V, Salanave B, et al. Compliance with French Nutrition and health program recommendations is strongly associated with socioeconomic characteristics in the general adult population. *J Am Diet Assoc* 2010;110(6):848–56, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jada.2010.03.027>.
- [26] Scientific Advisory Committee on nutrition: iron and health. London: Stationery office; 2010.
- [27] Nordic Nutrition Recommendation 2012. Integrating nutrition and physical, activity; 2012.
- [28] Koletzko B, Bauer CP, Bung P, et al. German national consensus recommendations on nutrition and lifestyle in pregnancy by the 'Healthy Start – Young Family Network'. *Ann Nutr Metab* 2013;63(4):311–22, <http://dx.doi.org/10.1159/000358398>.
- [29] World Health Organization. Vitamin and mineral requirements in humans nutrition. Ed. 2 World Health Organization & Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2004.
- [30] Institute of Medicine (IOM). Dietary references intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington DC: National Academy Press; 2001.
- [31] Collège national des gynécologues et obstétriciens français. Supplémentation au cours de la grossesse. Paris: Recommandation pour la pratique clinique; 1997.
- [32] Haute Autorité de santé. Suivi et orientation des femmes enceintes en fonction des situations à risques identifiées; 2007.
- [33] Programme national nutrition santé. Le guide nutrition pendant et après la grossesse. Livret d'accompagnement destiné aux professionnels de santé; 2007.
- [34] Bodnar LM, Siega-Riz AM. A Diet Quality Index for pregnancy detects variation in diet and differences by sociodemographic factors. *Public Health Nutr* 2002;5(6):801–9, <http://dx.doi.org/10.1079/PHN2002348>.
- [35] Northstone K, Emmett PM, Rogers I. Dietary patterns in pregnancy and associations with nutrient intakes. *Br J Nutr* 2008;99(2):406–15, <http://dx.doi.org/10.1017/S0007114507803977>.
- [36] Rifas-Shiman SL, Rich-Edwards JW, Kleinman KP, Oken E, Gillman MW. Dietary quality during pregnancy varies by maternal characteristics in Project Viva: a US cohort. *J Am Diet Assoc* 2009;109(6):1004–11, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jada.2009.03.001>.
- [37] Watson PE, McDonald BW. Major influences on nutrient intake in pregnant New Zealand women. *Matern Child Health J* 2009;13(5):695–706, <http://dx.doi.org/10.1007/s10995-008-0405-6>.
- [38] Fowler JK, Evers SE, Campbell MK. Inadequate dietary intakes among pregnant women. *Diet Pract Res* 2012;73(2):72–7, <http://dx.doi.org/10.3148/73.2.2012.72>.
- [39] Nash DM, Gilliland JA, Evers SE, Wilk P, Campbell MK. Determinants of diet quality in pregnancy: sociodemographic, pregnancy-specific, and food environment influences. *J Nutr Educ Behav* 2013;45(6):627–34, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jneb.2013.04.268>.
- [40] Morton SM, Grant CC, Wall CR, et al. Adherence to nutritional guidelines in pregnancy: evidence from the growing up in New Zealand birth cohort study. *Public Health Nutr* 2014;17(9):1919–29, <http://dx.doi.org/10.1017/S1368980014000482>.
- [41] Touvier M, Lioret S, Vanrullen I, et al. Vitamin and mineral inadequacy in the French population: estimation and application for the optimization of food fortification. *Int J Vitam Nutr Res* 2006;76(6):343–51, <http://dx.doi.org/10.1024/0300-9831.76.6.343>.
- [42] Cawley S, Mullaney L, McKeating A, Farren M, McCartney D, Turner MJ. A review of European guidelines on periconceptional folic acid supplementation. *Eur J Clin Nutr* 2015, <http://dx.doi.org/10.1038/ejcn.2015.131>.
- [43] Hillesund ER, Bere E, Haugen M, Overby NC. Development of a New Nordic Diet score and its association with gestational weight gain and fetal growth – a study performed in the Norwegian Mother and Child Cohort Study (MoBa). *Public Health Nutr* 2014;17(9):1909–18, <http://dx.doi.org/10.1017/S1368980014000421>.
- [44] Rodríguez-Bernal CL, Ramón R, Quiles J, et al. Dietary intake in pregnant women in a Spanish Mediterranean area: as good as it is supposed to be? *Public Health Nutr* 2013;16(08):1379–89, <http://dx.doi.org/10.1017/S1368980012003643>.
- [45] Hure A, Young A, Smith R, Collins C. Diet and pregnancy status in Australian women. *Public Health Nutr* 2009;12(6):853–61, <http://dx.doi.org/10.1017/S1368980008003212>.