



HAL
open science

Évaluation de l'alimentation en épidémiologie et étude de l'évolution de l'alimentation selon l'environnement socio-économique et la survenue de cancer.

Aurélie Affret

► **To cite this version:**

Aurélie Affret. Évaluation de l'alimentation en épidémiologie et étude de l'évolution de l'alimentation selon l'environnement socio-économique et la survenue de cancer.. Santé publique et épidémiologie. Université Paris Saclay (COMUE), 2017. Français. NNT : 2017SACLS414 . tel-01661480

HAL Id: tel-01661480

<https://theses.hal.science/tel-01661480>

Submitted on 12 Dec 2017

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.

Évaluation de l'alimentation en épidémiologie et étude de l'évolution de l'alimentation selon l'environnement socio-économique et la survenue de cancer

Thèse de doctorat de l'Université Paris-Saclay
préparée à l'Université Paris-Sud

École doctorale n°570 : santé publique (EDSP)

Spécialité de doctorat : Santé publique - Épidémiologie

Thèse présentée et soutenue à Villejuif, le 22 novembre 2017, par

Aurélié AFFRET

Composition du Jury :

Louis-Georges Soler

Directeur de recherche INRA (UMR ALISS, Ivry-sur-Seine)

Président

Nicole Darmon

Directrice de recherche INRA (UMR Moisa, Montpellier)

Rapporteur

Isabelle Romieu

Épidémiologiste au CIRC (Lyon)

Rapporteur

Véronique Chajès

Épidémiologiste au CIRC (Lyon)

Examinatrice

Eric Breton

Enseignant-chercheur à l'EHESP (Rennes)

Examineur

Guy Fagherazzi

Épidémiologiste INSERM (CESP, Villejuif)

Directeur de thèse

Françoise Clavel-Chapelon

Directrice de recherche INSERM (CESP, Villejuif)

Co-Directrice de thèse

RÉSUMÉ

Le nombre de personnes ayant eu un cancer, dans le monde, n'a jamais été aussi élevé. Même si le bénéfice de l'adoption de comportements favorables à la santé, notamment en termes d'alimentation, suite à un diagnostic de cancer a été suggéré, peu d'études se sont spécifiquement intéressées à l'influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution à long terme de l'alimentation, ainsi qu'à l'impact de l'environnement socio-économique et du type de cancer (localisation et stade au diagnostic) dans cette relation. Par ailleurs, l'alimentation étant un des déterminants majeurs de la santé, de nombreuses études épidémiologiques ou cliniques souhaitent recueillir de plus en plus fréquemment les habitudes alimentaires de leurs sujets mais redoutent la durée de recueil avec les outils existants.

L'objectif de ce travail doctoral était de 1) mieux caractériser les relations entre alimentation, environnement socio-économique et survenue de cancer, notamment chez les patients ayant eu un cancer, et 2) de créer et valider un outil de recueil alimentaire court, adapté au régime français, afin d'harmoniser le recueil des données alimentaires sur le plan national.

À partir des données de plus de 50 000 femmes de la cohorte E3N, une augmentation de la consommation de fruits et légumes, utilisés ici comme marqueur de la qualité de l'alimentation, a été observée uniquement chez les femmes ayant eu un cancer du sein de stade avancé (II-III-IV). Cette augmentation était davantage prononcée dans certaines strates socio-économiques (chez les femmes à niveau d'éducation élevée et chez celles vivant dans le Sud, par exemple).

En parallèle, un questionnaire de fréquence alimentaire court, capable d'évaluer rapidement l'alimentation des individus, a été développé en format papier et en ligne. La version papier de ce questionnaire a été validée dans une population de 127 patients atteints de maladie rénale chronique et la version numérique sur 92 adultes issus de la population générale.

Ce travail précise l'influence complexe de l'environnement socio-économique sur l'évolution de l'alimentation chez les patients ayant eu un cancer. Des études complémentaires seront nécessaires pour comprendre les freins à l'adoption de comportements alimentaires favorables à la santé. Les recommandations nécessiteraient d'être modulées en fonction du niveau socio-économique des individus afin de réduire les inégalités socio-économiques en lien avec l'alimentation et la survenue de cancer. Finalement, ce travail doctoral va permettre de mettre à disposition de la communauté scientifique un outil de recueil alimentaire court, fiable et actualisé, qui sera commun à l'ensemble des groupes de population française.

Mots-clés : Nutrition, Cancer, Inégalités socio-économiques, Profils alimentaires, Évaluation de l'alimentation, Épidémiologie, Cohorte.

ABSTRACT

The number of cancer survivors is increasing worldwide. Several studies have demonstrated a potential beneficial impact of healthy lifestyle factors, including the diet, on cancer survival, but only a few studies have evaluated the influence of a cancer diagnosis on the long-term evolution of the diet, taking into account the socioeconomic environment of individuals as well as cancer characteristics such as the site and stage at diagnosis. Moreover, considering that the diet is one of the main determinants of health, an increasing number of epidemiological studies aim to collect dietary data but are limited by the fact that dietary data collection is very time-consuming for participants as well as for researchers.

The objective of this project was 1) to better characterize the complex relations between diet and socio-economic environment among women who had cancer and 2) to develop and validate a short tool able to quickly assess the diet in several French population subgroups, and standardize dietary data collection at a national level.

We used data from over 50 000 women in the prospective E3N-EPIC cohort study and considered fruit and vegetable consumption as a proxy for overall diet quality. Compared with healthy and non-cancer women, an increase in fruit and vegetable consumption was only observed in women who had an advanced stage of breast cancer (stages II-III-IV). This increase was also only observed in certain socioeconomic groups (e.g. women with high level of education and women living in the South of France).

A short food frequency questionnaire (SFFQ) was also developed, both a paper and online version, to easily and quickly assess diet. Both versions were validated in a sample of 127 patients with chronic kidney disease and a sample of 92 adults selected among the general population, respectively.

Our results help to understand the complex influence of the socioeconomic environment on the evolution of the diet among patients who had cancer. Further studies are required to better understand the factors that prevent cancer survivors from the adoption of healthy dietary patterns. Dietary guidelines should adapt to the socioeconomic environment of individuals, in order to reduce socioeconomic inequities in diet and cancer. Finally, within the framework of the present study, a standardized, validated, short and modern tool has been developed to quickly assess diet in French clinical and epidemiological studies. Diet and dietary patterns will therefore be comparable between several French population subgroups.

Keywords: Nutrition, Cancer, Socioeconomic inequities, Dietary patterns, Dietary assessment, Epidemiology, Cohort.

REMERCIEMENTS

Mes premiers remerciements s'adressent à Guy Fagherazzi, mon directeur de thèse. Guy, ces quelques lignes ne suffiront pas à témoigner l'immense reconnaissance que j'ai envers toi. Merci de m'avoir fait confiance alors que je n'avais pas un background traditionnel, merci pour ta disponibilité quasi-surhumaine (!), merci de m'avoir toujours poussée à aller plus loin, à avoir eu bien souvent plus confiance en moi que moi-même. Merci d'avoir écouté mes propos scientifiques avec intérêt, d'avoir toujours été à l'écoute de mes projets professionnels et de m'avoir aidée à les réaliser.

Parce que cette thèse aura été une parenthèse tout aussi plaisante qu'enrichissante, Merci !

Je remercie chaleureusement ma co-directrice de thèse Françoise Clavel-Chapelon. Françoise, merci pour ton soutien, ta spontanéité et ta franchise. Ta passion et ton dynamisme pour la recherche sont source d'inspiration !

Je remercie l'Institut National du Cancer pour la bourse doctorale qu'il m'a attribuée et qui m'a permis de mener à bien ce projet doctoral tout au long de ces 3 années. Je remercie également le *World Cancer Research Fund* qui a participé aux financements des axes développés dans cette thèse.

Je remercie sincèrement les membres de mon jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail. Je remercie Nicole Darmon et Isabelle Romieu, pour leur qualité de rapporteurs et les commentaires précieux qu'elles ont apportés et qui ont permis d'améliorer la qualité de ce manuscrit, Véronique Chajès et Eric Breton, pour leur qualité d'examineurs, et Louis-Georges Soler pour avoir accepté de présider ce jury.

Je tiens également à remercier l'Ecole Doctorale de Santé Publique de l'Université Paris-Saclay, son directeur Jean Bouyer ainsi qu'Audrey Bourgeois et Fabienne Renoirt, pour leur disponibilité, efficacité et bonne humeur.

Je remercie sincèrement Marie-Christine Boutron-Ruault. Marie-Christine, merci pour ta relecture consciencieuse et pour ta disponibilité et réactivité dans la dernière ligne droite de cette thèse. Je te remercie également pour l'ensemble des échanges, liés à la nutrition, que nous avons eus depuis mon arrivée dans l'équipe.

Mon arrivée dans l'équipe... merci Pascale, Guy et Françoise de m'avoir offert l'opportunité d'entrer à E3N, en 2013 ! Je m'en souviens presque comme si c'était hier !

Et avant mon arrivée dans E3N... je tiens à remercier très chaleureusement Annick Fontbonne, ma directrice de stage de Master 2, qui a été la première à croire en mes capacités à faire une thèse et à m'orienter dans cette voie. Annick, encore merci !

Une grosse partie de ce projet n'aurait pas été possible sans le travail appliqué et consciencieux d'Emmanuelle Correia et Doua El Fatouhi.

Emmanuelle, merci pour ton sérieux et ta persévérance dans la collecte des données sans lesquels nous n'aurions pas eu de si beaux effectifs et résultats ! Merci pour ton travail de nettoyage de données et pour ta collaboration précieuse dans la construction de cette fameuse table de composition alimentaire ! On y est arrivées, yes !

Doua, merci d'avoir su t'adapter aussi vite au projet du questionnaire. Merci pour ta rigueur et ton sérieux tout au long des analyses et un grand merci pour le respect de mes deadlines exigeantes !

Je tiens à remercier l'ensemble des équipes avec qui nous avons collaborées pour le projet du questionnaire court : l'équipe I-Share avec Cécilia Samieri, l'équipe Elfe avec Sandrine Lioret et Blandine de Lauzon-Guillain, et l'équipe Psy-COH avec Ophélie Godin.

J'adresse un remerciement particulier à l'équipe CKD-Rein qui nous a permis de réaliser avec succès la première étude de validation du questionnaire alimentaire. Bénédicte, Julie, Sandra et Céline, merci pour votre collaboration dans l'efficacité et la bonne humeur !

Je remercie Martin Lajous, ainsi que l'ensemble de l'équipe de l'INSP, pour m'avoir accueillie à deux reprises dans leur équipe à Mexico. *Muchas gracias especialmente para ti, Paola ! Gracias por tu apoyo, tu acogida y por todo lo que me enseñaste (guia número 1) ! También dirigo un agradecimiento especial a Mario y Jordan por su acogida calurosa !*

Agradezco también el equipo del INEE por su acogida. Agradezco especialmente a Arturo Cervantes y Lourdes Hermosillo por su ayuda e acogida.

Je remercie Cyrille Delpierre et Grégoire Rey pour leurs commentaires et avis sur les premiers articles de ce travail doctoral.

Un grand merci aux relecteurs ultimes de ce manuscrit ! Merci Guy, Marie-Christine, Françoise, Maxime, Manon, Francesca, Courtney et Maman !

Je tiens également à remercier l'ensemble des participantes à l'étude E3N pour leur assiduité et leurs réponses appliquées et sans qui rien de tout cela ne serait possible. Merci également aux participants à l'étude CKD-Rein et à l'ensemble des volontaires (dont ceux de mon entourage proche) ayant participé à l'étude de validation du questionnaire en population adulte.

Je remercie chaleureusement l'équipe « Générations et Santé ». Merci à tous pour votre bonne humeur, vos sourires, fous-rires et soutien au quotidien. Tout cela ajouté à notre goût incontrôlé pour la gastronomie et l'événementiel auront fait que cette thèse aura défilé en un rien de temps ! Merci ! Merci également à tous ceux qui ont participé à la construction de cette thèse (notamment, merci Fabou pour le nettoyage de la variable activité professionnelle !). Et un merci reconnaissant à Pascale et Maryvonne sans qui mes beaux projets professionnels en France et à l'étranger n'auraient pu se réaliser.

Mes derniers tendres remerciements s'adressent à mes proches : à mes parents et mes sœurs, merci pour votre soutien au quotidien et nos appels téléphoniques réguliers, à mes amis et collègues (passés et présents) devenus bien plus que des collègues ! Je vous suis extrêmement reconnaissante du soutien reçu dans les moments faciles et plus difficiles !

Merci à ceux qui ont passé de longues heures au téléphone avec moi, qui m'ont offert leurs bras quand ça n'allait pas au plus fort, à ceux qui ont participé à des déménagements inattendus, qui m'ont accueillie chez eux ou qui sont venus me chouchouter à la maison, qui m'ont changé les idées au détour d'appels skype, d'EVJF, de mariages, de cinémas, de courses à pied, d'escapades en France et à l'étranger, et de sorties jusqu'au bout de la nuit ! Pour tous ces moments de rires et de bonne humeur, merci du fond du cœur ! Je suis heureuse d'être si bien entourée et je n'aurais pas été capable d'un tel travail sans vous et votre soutien ! Merci !

VALORISATION SCIENTIFIQUE

1) Publications

a. Publications en lien avec le travail doctoral

- **Articles acceptés pour publication**

Affret A, Severi G, Dow C, Rey G, Delpierre C, Boutron-Ruault M-C, Clavel-Chapelon F, Fagherazzi G. **Socioeconomic factors associated with a healthy diet: results from the E3N study.** *Public Health Nutr.* 2017 Mar 13:1-10. doi: 10.1017/S1368980017000222.

Affret A, Wagner S, El Fatouhi D, Dow C, Correia E, Niravong M, Clavel-Chapelon F, De Chefdebien J, Fouque D, Stengel B on behalf of CKD-REIN study investigators, Boutron-Ruault M-C, Fagherazzi G. **Validity and reproducibility of a short food frequency questionnaire among patients with chronic kidney disease.** *BMC Nephrology.*

Affret A, Severi G, Dow C, Mancini FR, Rey G, Delpierre C, Clavel-Chapelon F, Boutron-Ruault M-C, Fagherazzi G. **Socioeconomic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption: a 12-year study in women from the E3N-EPIC study.** *Accepted for publication in Public Health Nutrition.*

- **Articles en révision**

Affret A, His M, Severi G, Mancini FR, Arveux P, Clavel-Chapelon F, Boutron-Ruault MC, Fagherazzi G. **Influence of a cancer diagnosis on the evolution of fruit and vegetable consumption according to cancer site, stage at diagnosis, and socioeconomic factors: results from the large E3N-EPIC study.** *Under review in the International Journal of Cancer.*

Affret A, El Fatouhi D, Dow C, Correia E, Niravong M, Clavel-Chapelon F, Boutron-Ruault MC, Fagherazzi G. **Online assessment of the usual diet: a validity and reproducibility study of a new short food frequency questionnaire in an adult population.** *Under review in the Journal of Medical Internet Research.*

- **Article en préparation**

Socioeconomic factors associated with a healthy diet: results from the ES-MAESTRAS study.

- **Résumé scientifique**

Affret A, Fagherazzi G. **The link between diet and socioeconomic environments.** WCRF blog. <http://www.wcrf.org/int/blog/articles/2017/06/link-between-diet-and-socioeconomic-environments>

b. Autres publications

- **En 1^{ère} ou 2^{ème} auteur**

Affret A*, Mancini FR*, Dow C, Balkau B, Bihan H, Clavel-Chapelon F, Boutron-Ruault MC, Bonnet F, Fagherazzi G. **Educational level and family structure influence the dietary changes after the diagnosis of type 2 diabetes: evidence from the E3N study.** (* = 1^{ère} co-auteur). *Nutr Res.* 2017 Aug;44:9-17. doi: 10.1016/j.nutres.2017.05.005. Epub 2017 May 17.

Mancini FR, **Affret A**, Dow C, Balkau B, Clavel-Chapelon F, Bonnet F, Boutron-Ruault MC, Fagherazzi G. **High dietary phosphorus intake is associated with an increased risk of type 2 diabetes: evidence from the prospective E3N-EPIC cohort study.** *Clinical Nutrition.* 2017.

Bonnet F, **Affret A**, Boutron-Ruault MC, Balkau B, Clavel-Chapelon F, Fagherazzi G. **Response to Comment on Bonnet *et al.* Association Between Handedness and Type 2 Diabetes: The E3N Study.** *Diabetes Care* 2015;38:e199. *Diabetes Care.* 2016 Mar;39(3):e47. doi: 10.2337/dci15-0032.

Bonnet F, **Affret A**, Boutron-Ruault MC, Balkau B, Clavel-Chapelon F, Fagherazzi G. **Association Between Handedness and Type 2 Diabetes: The E3N Study.** *Diabetes Care.* 2015 Dec;38(12):e199. doi: 10.2337/dc15-1669. Epub 2015 Oct 20.

Affret A, Griz LH, Cesse EÂ, Specht Yda S, Carvalho EM, Fontbonne A. **Assessment of a glycated hemoglobin point-of-care analyzer (A1CNow+) in comparison with an immunoturbidimetric method: a diagnostic accuracy study.** *Sao Paulo Med J.* 2015 Nov-Dec;133(6):460-4. doi: 10.1590/1516-3180.2013.9110911.

- **Autres publications E3N (Étude Épidémiologique auprès des femmes de la MGEN)**

Fagherazzi G, El Fatouhi D, Bellicha A, El Gareh A, **Affret A**, Dow C, Delrieu L, Vegreville M, Normand A, Oppert JM, Severi G. **An International Study on the Determinants of Poor Sleep Amongst 15,000 Users of Connected Devices.** *J Med Internet Res.* 2017 Oct 23;19(10):e363. doi: 10.2196/jmir.7930.

Fagherazzi G, Gusto G, **Affret A**, Mancini FR, Dow C, Balkau B, Clavel-Chapelon F, Bonnet F, Boutron-Ruault MC. **Chronic consumption of artificial sweetener in packets or tablets and type 2 diabetes risk: Evidence from the E3N-European Prospective Investigation Into Cancer and Nutrition Study.** *Ann Nutr Metab.* 2017;70(1):51-58. doi: 10.1159/000458769. Epub 2017 Feb 18.

Dow C, Mangin M, Balkau B, **Affret A**, Boutron-Ruault MC, Clavel-Chapelon F, Bonnet F, Fagherazzi G. **Fatty acid consumption and incident type 2 diabetes: an 18-year follow-up in the female E3N (Etude Epidémiologique auprès des femmes de la Mutuelle Générale de l'Education Nationale) prospective cohort study.** *Br J Nutr.* 2016 Nov 15:1-9.

Fagherazzi G, Vilier A, **Affret A**, Balkau B, Bonnet F, Clavel-Chapelon F. **The association of body shape trajectories over the life course with type 2 diabetes risk in adulthood: a group-based modeling approach.** *Ann Epidemiol.* 2015 Oct;25(10):785-7. doi: 10.1016/j.annepidem.2015.06.002. Epub 2015 Jun 19.

- **Autres publications EPIC (*European Prospective Investigation Into Cancer*)**

Noh H, Freisling H, Assi N, Zamora-Ros R, Achaintre D, **Affret A et al. Identification of Urinary Polyphenol Metabolite Patterns Associated with Polyphenol-Rich Food Intake in Adults from Four European Countries.** *Nutrients*. 2017 Jul 25;9(8). pii: E796. doi: 10.3390/nu9080796.

Zamora-Ros R, Béraud V, Franceschi S, Cayssials V, Tsilidis KK, Boutron-Ruault MC, Weiderpass E, Overvad K, Tjønneland A, Eriksen AK, Bonnet F, **Affret A et al. Consumption of fruits, vegetables, and fruit juices and differentiated thyroid carcinoma risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study.** *Int J Cancer*. 2017 Jul 8. doi: 10.1002/ijc.30880.

Zamora-Ros R, Rothwell JA, Achaintre D, Ferrari P, Boutron-Ruault MC, Mancini FR, **Affret A et al. Evaluation of urinary resveratrol as a biomarker of dietary resveratrol intake in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study.** *Br J Nutr*. 2017 Jun 22:1-7. doi: 10.1017/S0007114517001465.

Fortner RT, Sarink D, Schock H, Johnson T, Tjønneland A, Olsen A, Overvad K, **Affret A et al. Osteoprotegerin and breast cancer risk by hormone receptor subtype: a nested case-control study in the EPIC cohort.** *BMC Med*. 2017 Feb 8;15(1):26. doi: 10.1186/s12916-017-0786-8.

Molina-Montes E, Sánchez MJ, Buckland G, Bueno-de-Mesquita HB, Weiderpass E, Amiano P, Wark PA, Kühn T, Katzke V, Huerta JM, Ardanaz E, Quirós JR, **Affret A et al. Mediterranean diet and risk of pancreatic cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition cohort.** *Br J Cancer*. 2017 Mar 14;116(6):811-820. doi: 10.1038/bjc.2017.14. Epub 2017 Feb 7.

Stepien M, Hughes DJ, Hybsier S, Bamia C, Tjønneland A, Overvad K, **Affret A et al. Circulating copper and zinc levels and risk of hepatobiliary cancers in Europeans.** *Br J Cancer*. 2017 Feb 28;116(5):688-696. doi: 10.1038/bjc.2017.1. Epub 2017 Feb 2.

Zamora-Ros R, Barupal DK, Rothwell JA, Jenab M, Fedirko V, Romieu I, Aleksandrova K, Overvad K, Kyrø C, Tjønneland A, **Affret A et al. Dietary flavonoid intake and colorectal cancer risk in the European prospective investigation into cancer and nutrition (EPIC) cohort.** *Int J Cancer*. 2017 Apr 15;140(8):1836-1844. doi: 10.1002/ijc.30582. Epub 2017 Jan 19.

Moskal A, Freisling H, Byrnes G, Assi N, Fahey MT, Jenab M, Ferrari P, Tjønneland A, Petersen KE, Dahm CC, Hansen CP, **Affret A et al. Main nutrient patterns and colorectal cancer risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition study.** *Br J Cancer*. 2016 Nov 22;115(11):1430-1440. doi: 10.1038/bjc.2016.334. Epub 2016 Oct 20.

Forouhi NG, Imamura F, Sharp SJ, Koulman A, Schulze MB, Zheng J, Ye Z, Sluijs I, Guevara M, Huerta JM, Kröger J, Wang LY, Summerhill K, Griffin JL, Feskens EJ, **Affret A et al. Association of Plasma Phospholipid n-3 and n-6 Polyunsaturated Fatty Acids with Type 2 Diabetes: The EPIC-InterAct Case-Cohort Study.** *PLoS Med*. 2016 Jul 19;13(7):e1002094. doi: 10.1371/journal.pmed.1002094. eCollection 2016 Jul.

Lassale C, Gunter MJ, Romaguera D, Peelen LM, Van der Schouw YT, Beulens JW, Freisling H, Muller DC, Ferrari P, Huybrechts I, Fagherazzi G, Boutron-Ruault MC, **Affret A et al. Diet Quality Scores and Prediction of All-Cause, Cardiovascular and Cancer Mortality in a Pan-European Cohort Study.** *PLoS One.* 2016 Jul 13;11(7):e0159025. doi: 10.1371/journal.pone.0159025. eCollection 2016.

Hughes DJ, Duarte-Salles T, Hybsier S, Trichopoulou A, Stepien M, Aleksandrova K, Overvad K, Tjønneland A, Olsen A, **Affret A et al. Prediagnostic selenium status and hepatobiliary cancer risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition cohort.** *Am J Clin Nutr.* 2016 Aug;104(2):406-14. doi: 10.3945/ajcn.116.131672. Epub 2016 Jun 29.

Huseinovic E, Winkvist A, Slimani N, Park MK, Freisling H, Boeing H, Buckland G, Schwingshackl L, Weiderpass E, Rostgaard-Hansen AL, Tjønneland A, **Affret A et al. Meal patterns across ten European countries - results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) calibration study.** *Public Health Nutr.* 2016 Oct;19(15):2769-80. doi: 10.1017/S1368980016001142. Epub 2016 May 19.

Ward HA, Norat T, Overvad K, Dahm CC, Bueno-de-Mesquita HB, Jenab M, Fedirko V, van Duijnhoven FJ, Skeie G, Romaguera-Bosch D, Tjønneland A, Olsen A, Carbonnel F, **Affret A et al. Pre-diagnostic meat and fibre intakes in relation to colorectal cancer survival in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition.** *Br J Nutr.* 2016 Jul;116(2):316-25. doi: 10.1017/S0007114516001859. Epub 2016 May 19.

Kong SY, Tran HQ, Gewirtz AT, McKeown-Eyssen G, Fedirko V, Romieu I, Tjønneland A, Olsen A, Overvad K, Boutron-Ruault MC, Bastide N, **Affret A et al. Serum Endotoxins and Flagellin and Risk of Colorectal Cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) Cohort.** *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2016 Feb;25(2):291-301. doi: 10.1158/1055-9965.EPI-15-0798. Epub 2016 Jan 11.

c. Articles soumis ou en révision

Mancini FR, **Affret A**, Dow C, Balkau B, Bonnet F, Boutron-Ruault MC, Fagherazzi G. **Dietary Antioxidant Capacity and Risk of Type 2 Diabetes in the large prospective E3N-EPIC cohort study.**

Gusto G, **Affret A**, Dow C, Mancini FR, Neqqache S; Balkau B; Clavel-Chapelon F, Bonnet F, Boutron-Ruault MC, Fagherazzi G. **Time trends in physical activity patterns and subsequent type 2 diabetes risk: results from the E3N-EPIC cohort study.**

Mancini FR, Dow C, **Affret A**, Rajaobelina K, Dartois L, Balkau B, Bonnet F, Boutron-Ruault MC, Fagherazzi G. Micronutrients **Dietary Patterns associated with type 2 diabetes among women of the E3N-EPIC Cohort Study.**

Savoye I, Cadeau C, **Affret A**, Boutron-Ruault MC, Kvaskoff M. **Factors associated with solar supplement use in women: the E3N-SunExp study.**

Temam S, Varraso R, Pornet C, Sanchez M, **Affret A**, Jacquemin B, Clavel-Chapelon F, Rey G, Rican S, Le Moual N. **Ability of ecological deprivation indices to measure social inequalities in a French cohort.**

Fagherazzi G, Chambraud C, Dow C, Mancini FR, **Affret A**, Balkau B, Magliano D, Clavel-Chapelon F, Boutron-Ruault MC, Bonnet F. **Risk Factors Associated With A Concerned Vision Of The Future With Diabetes: Results From The E3N-AfterDiab Study.**

Ward HA, Whitman J, Muller DC, Johansson M, Jakszyn P, Weiderpass E, Palli D, Fanidi A, Vermeulen R, Tjønneland A, Hansen L, Dahm CC, Overvad K, Severi G, Boutron-Ruault MC, **Affret A et al.** **Heme iron intake and risk of lung cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC).**

2) Communications lors de conférences

a. Communications scientifiques sous forme de présentation orale

Affret A, His M, Severi G, Mancini FR, Delpierre C, Clavel-Chapelon F, Boutron-Ruault MC, Fagherazzi G. **Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de l'alimentation selon le statut socio-économique : résultats de l'étude de cohorte E3N**. Journée du réseau NACRe Partenariat. Paris, Mars 2017.

Affret A, His M, Severi G, Mancini FR, Delpierre C, Clavel-Chapelon F, Boutron-Ruault MC, Fagherazzi G. **Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de l'alimentation selon le statut socio-économique : résultats de l'étude de cohorte E3N**. Journées Francophones de Nutrition. Montpellier, Décembre 2016.

Affret A, His M, Severi G, Mancini FR, Delpierre C, Clavel-Chapelon F, Boutron-Ruault MC, Fagherazzi G. **Influence of a cancer diagnosis on the evolution of diet, by socioeconomic status: evidence from the E3N-Epic cohort study**. *World Cancer Congress*. Paris, Novembre 2016.

b. Communications scientifiques sous forme de poster

Affret A, His M, Severi G, Mancini FR, Delpierre C, Clavel-Chapelon F, Boutron-Ruault MC, Fagherazzi G. **Influence of a cancer diagnosis on the evolution of diet, by socioeconomic status: evidence from the E3N-EPIC study**. *Congrès international des 50 ans du Centre International de Recherche sur le Cancer*. Lyon, Juin 2016.

Affret A, Severi G, Dow C, Rey G, Delpierre C, Boutron-Ruault M-C, Clavel-Chapelon F, Fagherazzi G. **Socioeconomic factors associated with a low cancer risk diet: results from the E3N-EPIC study**. *Congrès international des 50 ans du Centre International de Recherche sur le Cancer*. Lyon, Juin 2016.

Affret A, Boutron-Ruault MC, Clavel-Chapelon F, Fagherazzi G. **Influence of the socioeconomic environment on the evolution of dietary patterns over time : a latent transition analysis**. 9ème congrès de l'ICDAM, *International Conference on Diet and Activity Methods*. Brisbane, Septembre 2015.

3) Encadrement

[Juin 2014 – Présent] **Emmanuelle Correia**, diététicienne en charge des rappels de 24h des études de validation du questionnaire alimentaire court, du data-management des données nutritionnelles de ces études, ainsi que de la création de la table de composition alimentaire (TCA) du questionnaire (travail de création de la TCA en collaboration avec moi-même).

[Septembre 2016 – Présent] **Doua El Fatouhi**, statisticienne en charge des analyses statistiques des études de validation du questionnaire alimentaire court.

4) Activités d'enseignement pendant le doctorat

[Janvier 2016, Janvier 2017 (Unité d'Enseignement d'1h)] **Épidémiologie et facteurs de risque non familiaux du cancer du sein**. Diplôme d'Université de Pathologie Mammaire, Université Versailles - Saint Quentin en Yvelines – UFR Médicale Paris-Ile de France Ouest – Institut Curie – Hôpital René Huguenin – Saint Cloud.

[Juillet 2016, Juillet 2017 (Unité d'Enseignement de 3h)] **Epidemiology in Medicine**. Oxbridge Academic Programs. Paris.

[Octobre 2016, Octobre 2017 (Unité d'Enseignement de 2h)] **Épidémiologie nutritionnelle dans l'étude E3N**. AgroParisTech, Master 2 Nutrition. Paris.

5) Mission doctorale, activité hors recherche

Travail de valorisation de la recherche et vulgarisation grand public :

[Octobre 2015 – Présent] Mise en place d'animations grand public pour sensibiliser et communiquer sur les résultats des études E3N/E4N grâce à la création et gestion d'une association « loi 1901 ». Équipe « Générations et Santé ».

- Création de l'association SPOON (association pour la recherche en Santé et PrOmOtion de la Nutrition) et du site web associé (www.spoon-asso.org).
- Participation à La Parisienne, éditions 2016 et 2017 (tenue d'un stand pour présenter les travaux des études E3N/E4N et proposer des activités ludiques autour de la nutrition puis formation d'une équipe de coureuses incluant des femmes E3N/E4N).
- Collaboration en cours avec l'auteur de bande dessinée, Lili Sohn pour la réalisation d'un post-blog BD sur l'histoire de la cohorte E3N et de vidéos sur les résultats des recherches de l'équipe « Générations et santé ».

6) Participation à un des Jurys du *Master of Public Health*, Ecoles des Hautes Études en Santé Publique (EHESP), Rennes, 2016

Katherine Ford. *Investing in human capital in the brazilian amazon: is Bolsa Familia working?*

Sonsoles Fuentes. *The relationship between socioeconomic characteristics and social-cognitive factors in normal weight, overweight and obese populations.*

7) Activités de vulgarisation scientifique

a. Communications orales

[Juin 2016] **Affret A**, Boutron-Ruault MC. Nutrition et prévention des cancers : tradition et modernité. Communication orale lors de la Pause scientifique du personnel administratif de la Délégation Paris XI de l'Inserm.

[Février 2017] **Affret A**, Fagherazzi G. E-santé : les nouvelles technologies au service de la médecine, de la recherche et du public. Communication orale lors du Festival « La Science se livre ». Nanterre.

b. Autres

[2016] Participation au concours de vulgarisation scientifique « Ma Thèse en 180 secondes ».

[Avril 2015] Participation à la formation « Vulgarisation et diffusion des connaissances : réflexion et applications ». Université Paris-Sud.

[Avril 2016] Participation à la formation « Introduction à la médiation scientifique : enjeux, méthodes et préparation d'activités pratiques ». Association Paris-Montagne.

[Avril 2016] Accueil de deux lycéens dans l'équipe « Générations et Santé » pendant une semaine pour les initier au monde de la recherche.

[Juillet 2016] Animatrice scientifique dans le cadre du festival de sciences de l'association Paris-Montagne. Gennevilliers, Dammarie-les-Lys.

8) Réponse à des appels à projets

a. Financés

- **World Cancer Research Fund**

Clavel-Chapelon F, Fagherazzi G, **Affret A**. *Interactions between time trends in dietary behaviors and the socio-economic environment, and cancer risk in the E3N cohort study.*

- **Fondation ARC/INCa- Appel à projets Prévention tertiaire en cancérologie**

Kvaskoff M. *Health of cancer survivors : Fundamental knowledge from large french cohorts for the development of a tertiary prevention strategy (AFTER-CANCER project):*

Mancini FR, **Affret A**. *Work Package 2: Determinants of risky behaviours and changes in health behaviours in first cancer patients.*

- **Panel ELIPSS (Étude longitudinale par internet pour les sciences sociales)**

Nebout A, Boutron-Ruault MC, Fagherazzi G, **Affret A**, Berlin N, Kemel E, Soler Louis-Georges. *Comportements alimentaires et traits psychologiques.*

b. En attente de décision

- **INCa, Appel à projets 2017. Recherche interventionnelle en santé des populations : agir à tous les temps du cancer (projet de post-doctorat).**

Cambon L, **Affret A**. *Comparative assessment of two strategies – educational and holistic – on decrease and prevention of child overweight in Guadeloupean middle schools: impact and implementation conditions.*

- **Australia Awards, Endeavour Scholarships and Fellowships (projet de post-doctorat).**

Cameron A, **Affret A**. *Promotion of healthy eating through marketing techniques: results from large-scale trial in the supermarket setting, in Victoria, Australia.*

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	3
ABSTRACT.....	5
REMERCIEMENTS.....	7
VALORISATION SCIENTIFIQUE.....	11
TABLE DES MATIÈRES.....	21
LISTE DES FIGURES.....	27
LISTE DES TABLEAUX.....	31
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	35
INTRODUCTION.....	37
1. Épidémiologie nutritionnelle.....	40
1.1. Définition et enjeux.....	40
1.2. Situation nutritionnelle, comportements alimentaires et inégalités sociales en France.....	41
1.2.1. Situation nutritionnelle en France.....	41
1.2.2. Comportements et achats alimentaires en France.....	41
1.2.3. Inégalités sociales de nutrition en France.....	48
1.2.3.1. Définitions.....	48
1.2.3.2. Inégalités sociales de nutrition en France.....	50
2. Évaluation de l'alimentation en épidémiologie nutritionnelle.....	56
2.1. Les méthodes de recueil alimentaire en épidémiologie.....	56
2.1.1. Le questionnaire de fréquence alimentaire.....	56
2.1.2. L'enregistrement alimentaire.....	56
2.1.3. Le rappel de 24h.....	57
2.1.4. L'histoire alimentaire.....	57
2.1.5. Les biomarqueurs.....	58
2.1.6. Vers le recueil alimentaire de demain.....	58
2.2. Besoins méthodologiques pour le recueil alimentaire en France.....	59
2.2.1. Naissance d'un projet de mutualisation entre cohortes, en France.....	59
2.2.2. Outil de recueil alimentaire souhaité.....	60
2.2.3. Intérêt de l'obtention d'un outil de recueil alimentaire commun, à l'échelle nationale.....	60
2.3. Les profils alimentaires : vers une approche globale de l'alimentation.....	61
2.3.1. Méthodes employées pour la caractérisation des profils alimentaires.....	62
2.3.1.1. Méthodes a priori.....	62
2.3.1.2. Méthodes a posteriori.....	62
2.3.2. Les principaux profils alimentaires décrits dans la littérature.....	63
3. Épidémiologie des cancers.....	64
3.1. Processus biologique.....	64
3.2. Classification des cancers.....	65
3.3. Incidence et mortalité liées au cancer.....	66
3.3.1. Incidence et mortalité liées au cancer dans le monde.....	66
3.3.2. Incidence et mortalité liées au cancer en France.....	68
3.4. Le cancer du sein, premier cancer chez la femme en France.....	70
3.4.1. Épidémiologie descriptive du cancer du sein.....	70
3.4.2. Alimentation et cancer du sein.....	71
3.4.3. Mode de vie (hors alimentation) et cancer du sein.....	72

3.4.4. Autres facteurs associés au cancer du sein.....	72
3.4.4.1. Facteurs hormonaux et reproductifs.....	72
3.4.4.2. Âge	74
3.4.4.3. Antécédents familiaux.....	74
3.4.4.4. Facteurs génétiques	74
3.4.4.5. Densité mammaire.....	74
3.4.4.6. Antécédents personnels de maladie bénigne du sein	74
3.5. Mode de vie et survenue de cancer, hors cancer du sein.....	75
3.5.1. Alimentation et survenue de cancer, hors cancer du sein	76
3.5.2. Autres facteurs liés au mode de vie et survenue de cancer, hors cancer du sein	77
3.6. Mode de vie après la survenue d'un cancer	78
3.7. Inégalités sociales et cancer.....	79
4. Justifications et objectifs du travail doctoral	83
MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	87
1. La cohorte E3N.....	89
1.1. Présentation générale.....	89
1.2. Le recueil des données	90
1.3. E4N, le futur d'E3N.....	91
2. Les données alimentaires recueillies dans E3N.....	92
2.1. Le questionnaire alimentaire	92
2.2. Validité et reproductibilité du questionnaire alimentaire	95
2.3. Cahier de photographies associé au questionnaire.....	96
2.4. Étude de calibration	98
2.5. Calcul des apports en nutriments.....	99
2.6. Attribution à chaque femme E3N du score d'adhésion aux recommandations nutritionnelles ..	100
3. L'évaluation des consommations alimentaires de demain, en France	101
3.1. Présentation du questionnaire alimentaire court	101
3.1.1. Présentation du questionnaire.....	101
3.1.1.1. Le socle commun	102
3.1.1.2. La partie spécifique	104
3.1.2. Élaboration de la table de composition alimentaire associée	105
3.1.3. Protocole de validation du questionnaire	107
3.1.4. Validation du questionnaire chez des patients atteints de maladie rénale chronique	109
3.2. Adaptation web du questionnaire.....	109
4. Les données socio-économiques dans E3N.....	110
4.1. Les données individuelles.....	110
4.2. Les données contextuelles.....	112
5. Les covariables recueillies en 1993.....	114
6. Les cas de cancer dans E3N	116
6.1. Toute localisation confondue	116
6.1.1. Source d'informations sur les cas	116
6.1.2. Validation des cas de cancer	116
6.2. Les principaux sous-types dans E3N.....	116
7. Analyses statistiques.....	118
7.1. Populations d'études.....	118
7.1.1. Alimentation et environnement socio-économique dans la population E3N	118
7.1.2. Evolution de l'alimentation et environnement socio-économique dans la population E3N ..	118

7.1.3. Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de l'alimentation, selon l'environnement socio-économique, dans la population E3N.....	118
7.1.4. Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française.....	119
7.1.4.1. Validation du questionnaire papier, en population spécifique.....	119
7.1.4.2. Validation du questionnaire en ligne, en population générale.....	120
7.2. Gestion des valeurs manquantes.....	120
7.3. Analyses descriptives.....	120
7.4. Identification de profils alimentaires : l'analyse en classes latentes.....	121
7.5. Analyses de risque.....	122
7.5.1. La régression logistique.....	122
7.5.1.1. Définition.....	122
7.5.1.2. Odds-Ratio.....	122
7.5.2. La régression linéaire.....	122
7.6. Analyses de validité et de reproductibilité du questionnaire alimentaire court.....	123
7.6.1. Validité.....	123
7.6.2. Reproductibilité.....	124
7.7. Logiciel utilisé.....	124
RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	127
1. Alimentation et environnement socio-économique dans la population E3N.....	129
1.1. Les profils alimentaires.....	130
1.2. Caractéristiques de la population d'étude.....	133
1.3. Alimentation et facteurs socio-économiques individuels et contextuels.....	134
1.4. Discussion.....	140
1.4.1. Comparaison avec la littérature existante.....	140
1.4.1.1. Facteurs socio-économiques individuels et alimentation.....	140
1.4.1.2. Facteurs socio-économiques contextuels et alimentation.....	141
1.4.1.3. Caractéristiques individuelles et alimentation.....	142
1.4.2. Limites et forces de l'étude.....	143
1.5. Conclusion.....	146
2. Évolution de l'alimentation en fonction de l'environnement socio-économique, dans la population E3N.....	148
2.1. Caractéristiques des femmes issues de la population d'étude selon leur consommation en fruits et légumes.....	150
2.2. Facteurs socio-économiques individuels et augmentation de la consommation de fruits et légumes.....	155
2.3. Facteurs socio-économiques contextuels et augmentation de la consommation de fruits et légumes.....	157
2.4. Caractéristiques individuelles et augmentation de la consommation de fruits et légumes.....	159
2.5. Discussion.....	161
2.5.1. Comparaison avec la littérature existante.....	161
2.5.2. Limites et forces.....	164
2.6. Conclusion.....	166
3. Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de l'alimentation, selon l'environnement socio-économique, dans la population E3N.....	168
3.1. Caractéristiques des femmes de la population d'étude selon leur état de santé.....	170
3.2. Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de la consommation de fruits et légumes, toute localisation confondue.....	173
3.3. Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de la consommation de fruits et légumes, selon la localisation de cancer.....	173

3.4. Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de la consommation de fruits et légumes, selon l'environnement socio-économique	173
3.5. Discussion	177
3.5.1. Comparaison avec la littérature existante	177
3.5.2. Limites et forces	178
3.6. Conclusion	179
4. Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française	180
4.1. Validation du questionnaire papier, en population spécifique	180
4.1.1. Caractéristiques de la population	181
4.1.2. Validité du questionnaire	182
4.1.2.1. Groupes alimentaires	182
4.1.2.2. Nutriments	183
4.1.3. Reproductibilité du questionnaire	188
4.1.3.1. Groupes alimentaires	188
4.1.3.2. Nutriments	189
4.1.4. Discussion	192
4.1.4.1. Comparaison avec la littérature existante	192
4.1.4.2. Limites et forces	197
4.1.5. Conclusion	199
4.2. Validation du web questionnaire, en population adulte	200
4.2.1. Caractéristiques de la population	200
4.2.2. Validité du questionnaire	202
4.2.2.1. Groupes alimentaires	202
4.2.2.2. Nutriments	202
4.2.3. Reproductibilité du questionnaire	207
4.2.3.1. Groupes alimentaires	207
4.2.3.2. Nutriments	207
4.2.4. Discussion	210
4.2.4.1. Comparaison avec la littérature existante	210
4.2.5. Conclusion	215
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	217
1. Principaux résultats	219
2. Perspectives de recherche	221
2.1. En France	221
2.2. À l'international	222
2.3. De l'observation à l'action : perspectives en recherche interventionnelle	223
3. Recommandations en termes de Santé Publique	225
GLOSSAIRE	229
ANNEXES	233
Annexe 1 : Les 40 items du socle commun du questionnaire alimentaire court	235
Annexe 2 : Les questions de la partie spécifique du questionnaire alimentaire court, destinée aux patients atteints de maladie rénale chronique	236
Annexe 3 : Les questions de la partie spécifique du questionnaire alimentaire court, destinée à la population adulte	238
Annexe 4 : Figures	240

Annexe 5 : Tableaux.....	248
Annexe 6 : Article 1 publié dans <i>Public Health Nutrition</i> « <i>Socio-economic factors associated with a healthy diet: results from the E3N study</i> ».....	281
Annexe 7 : Article 2 accepté pour publication dans <i>Public Health Nutrition</i> « <i>Socio-economic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption: a 12-year study in women from the E3N-EPIC study</i> ».....	291
Annexe 8 : Article 3 en révision au <i>International Journal of Cancer</i> « <i>Influence of a cancer diagnosis on the evolution of fruit and vegetable consumption according to cancer site, stage at diagnosis, and socioeconomic factors: results from the large E3N-EPIC study</i> ».....	322
Annexe 9 : Article 4 publié dans <i>BMC Nephrology</i> « <i>Validity and reproducibility of a short food frequency questionnaire among patients with chronic kidney disease</i> ».....	341
Annexe 10 : Article 5 en révision au <i>Journal of Medical Internet Research</i> « <i>Online assessment of the usual diet: a validity and reproducibility study of a new short food frequency questionnaire in an adult population</i> ».....	356
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	393

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Répartition des quantités consommées d'aliments (% de la quantité totale d'aliments consommés), chez les adultes de 18 à 79 ans, d'après l'étude INCA3 ¹⁴	42
Figure 2 : Contribution des macronutriments à l'Apport Energétique Sans Alcool (en %), chez les adultes de 18 à 79 ans, d'après l'étude INCA3 ¹⁴	44
Figure 3 : Composition du panier alimentaire en France en 1960, 1990 et 2014, d'après Larochette <i>et al.</i> ²⁴	46
Figure 4 : Évolution de la qualité nutritionnelle des achats alimentaires entre 1969 et 2010, d'après Caillavet <i>et al.</i> ²⁵	47
Figure 5 : Déterminants de l'activité physique et de l'alimentation, d'après Booth <i>et al.</i> ³⁵	49
Figure 6 : Évolution du MAR (%/2000 kcal) en fonction du revenu (a), du niveau d'éducation (b) et de la région (c) d'après Caillavet <i>et al.</i> ²⁵	51
Figure 7 : Taux d'incidence et de mortalité pour 100 000 individus, standardisés sur la structure d'âge de la population mondiale, pour le cancer, toutes localisations confondues, en 2012, d'après Ferlay <i>et al.</i> ¹¹⁰	67
Figure 8 : Évolution du taux d'incidence des cancers toutes localisations confondues, pour 100 000 individus (hommes, figure a, et femmes, figure b) entre 1975 et 2010, standardisé sur la structure d'âge de la population mondiale, pour certains pays d'Europe (à gauche), d'Asie (au milieu) et d'Amérique et d'Océanie (à droite) d'après Ferlay <i>et al.</i> ¹¹⁰	68
Figure 9 : Évolution des taux d'incidence (a) et de mortalité (b) standardisés sur la structure d'âge de la population mondiale, des cancers en France entre 2005 et 2012, d'après un rapport de l'INCa ¹¹²	69
Figure 10 : Taux d'incidence et de mortalité par cancer, standardisés sur la structure d'âge de la population mondiale, pour 100 000 individus (a. hommes, b. femmes) en 2012, en France métropolitaine, d'après Ferlay <i>et al.</i> ¹¹⁰	70
Figure 11 : Évolution de l'incidence et de la mortalité (taux standardisés à la population mondiale estimés) par cancer du sein en France entre 1980 et 2012, d'après un rapport de l'INCa ¹¹⁷	71
Figure 12 : Synthèse des résultats du WCRF en matière d'associations entre nutrition et cancer, d'après un rapport du WCRF ¹	76
Figure 13 : Mortalité relative sur la période 1975-1990, selon le niveau d'études, pour certains cancers masculins (a) et féminins (b), d'après Menvielle <i>et al.</i> ¹⁵⁹	80
Figure 14 : Vue générale du recueil des données des femmes de la cohorte E3N.....	90
Figure 15 : Extrait de la première partie (quantitative) du questionnaire alimentaire utilisé dans E3N.....	92
Figure 16 : Extrait de la deuxième partie (qualitative) du questionnaire alimentaire utilisé dans E3N.....	93
Figure 17 : Extrait du cahier de photographies associé au questionnaire alimentaire utilisé dans l'étude E3N et permettant de faciliter l'estimation de la consommation des légumes cuits.....	98
Figure 18 : Extrait du questionnaire alimentaire court, version papier.....	103
Figure 19: Extrait du questionnaire alimentaire court, version web.....	104
Figure 20 : Extrait de la table de composition alimentaire associée au questionnaire alimentaire court.....	107
Figure 21 : Déroulement d'une étude de validation dans le cadre du projet de conception et validation d'un questionnaire alimentaire court.....	108
Figure 22 : Modalités de réponses des femmes E3N à la question relative à leur emploi le plus récent....	111
Figure 23 : Proportion de consommation de 15 groupes alimentaires majeurs, chez les femmes issues de chaque profil alimentaire, par comparaison avec l'ensemble de la population (N=73 031) [NB: les consommations de l'ensemble de la population, considérée ici comme référence, correspondent à 100%].	132
Figure 24 : Graphe de Bland-Altman comparant l'AET obtenu <i>via</i> le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant les patients atteints de maladie rénale chronique.....	240
Figure 25 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en protéines obtenus <i>via</i> le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant les patients atteints de maladie rénale chronique.....	240

Figure 26 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en glucides obtenus <i>via</i> le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant les patients atteints de maladie rénale chronique.	241
Figure 27 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en lipides obtenus <i>via</i> le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant les patients atteints de maladie rénale chronique.	241
Figure 28 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en sodium obtenus <i>via</i> le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant les patients atteints de maladie rénale chronique.	242
Figure 29 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en potassium obtenus <i>via</i> le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant les patients atteints de maladie rénale chronique.	242
Figure 30 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en phosphates obtenus <i>via</i> le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant les patients atteints de maladie rénale chronique.	243
Figure 31 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en calcium obtenus <i>via</i> le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant les patients atteints de maladie rénale chronique.	243
Figure 32 : Graphe de Bland-Altman comparant l'AET obtenu <i>via</i> le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant la population adulte.	244
Figure 33 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en protéines obtenus <i>via</i> le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant la population adulte.	244
Figure 34 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en glucides obtenus <i>via</i> le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant la population adulte.	245
Figure 35 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en lipides obtenus <i>via</i> le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant la population adulte.	245
Figure 36 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports nutritionnels en alcool obtenus <i>via</i> le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant la population adulte.	246
Figure 37 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en cholestérol obtenus <i>via</i> le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant la population adulte.	246
Figure 38 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en sodium obtenus <i>via</i> le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant la population adulte.	247
Figure 39 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en calcium obtenus <i>via</i> le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant la population adulte.	247

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques de la population d'étude en fonction des deux profils alimentaires obtenus par analyse en classes latentes (N=73 031).....	131
Tableau 2 : Caractéristiques individuelles des femmes E3N incluses dans l'étude portant sur les associations entre alimentation et environnement socio-économique, en fonction de leur adhésion au comportement alimentaire " favorable à la santé " ou " moins favorable à la santé " (N=73 031).....	133
Tableau 3 : Facteurs socio-économiques et caractéristiques individuelles associés avec le profil alimentaire favorable à la santé (N=73 031).....	136
Tableau 4 : Caractéristiques individuelles et socio-économiques des femmes issues de la population d'étude, en fonction de leur consommation en fruits et légumes, en 1993 (N= 58 193).	151
Tableau 5 : Facteurs socio-économiques individuels associés à une augmentation de la consommation de fruits et légumes entre 1993 et 2005 (N=58 193*).	156
Tableau 6 : Facteurs socio-économiques contextuels associés à une augmentation de la consommation de fruits et légumes, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).	158
Tableau 7 : Caractéristiques des femmes de la population d'étude en 1993, en fonction de leur état de santé entre 1993 et 2005 (N= 53 981).	171
Tableau 8 : Évolution relative de la consommation en fruits et légumes chez des femmes ayant eu un cancer, par comparaison avec des femmes n'ayant pas eu de cancer ni d'autres maladies chroniques, entre 1993 et 2005, selon des modèles de régression linéaire multivariés (N=53 981).	175
Tableau 9 : Description des sujets inclus dans l'étude de validité et dans l'étude de reproductibilité.	182
Tableau 10 : Description des apports nutritionnels évalués par les rappels de 24h et le FFQ2 (N=127). .	184
Tableau 11 : Validité du FFQ en termes d'apports nutritionnels (N=127).	186
Tableau 12 : Reproductibilité du FFQ en termes d'apports nutritionnels (N=201).	190
Tableau 13 : Description des sujets inclus dans l'étude de validité et dans l'étude de reproductibilité.	201
Tableau 14 : Description des apports nutritionnels évalués par les rappels de 24h et le FFQ2 (N=92).	203
Tableau 15 : Validité du FFQ en termes d'apports nutritionnels (N=92).	205
Tableau 16 : Reproductibilité du FFQ en termes d'apports nutritionnels (N=223).	208
Tableau 17 : Caractéristiques de l'alimentation des femmes issues de la population d'étude, en fonction de leur consommation en fruits et légumes, en 1993 (N= 58 193).	248
Tableau 18 : Facteurs socio-économiques individuels associés à une augmentation de la consommation des principaux types de fruits consommés dans la population d'étude, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).	250
Tableau 19 : Facteurs socio-économiques individuels associés à une augmentation de la consommation des principaux types de légumes cuits consommés dans la population d'étude, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).	251
Tableau 20 : Facteurs socio-économiques individuels associés à une augmentation de la consommation des principaux types de légumes crus consommés dans la population d'étude, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).	252
Tableau 21 : Facteurs socio-économiques contextuels associés à une augmentation de la consommation des principaux types de fruits consommés dans la population d'étude, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).	253
Tableau 22 : Facteurs socio-économiques contextuels associés à une augmentation de la consommation des principaux types de légumes cuits consommés dans la population d'étude, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).	255
Tableau 23 : Facteurs socio-économiques contextuels associés à une augmentation de la consommation des principaux types de légumes crus consommés dans la population d'étude, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).	257
Tableau 24 : Caractéristiques individuelles associées à une augmentation de la consommation de fruits et légumes entre 1993 et 2005 (N=58 193*).	259

Tableau 25 : Caractéristiques individuelles associées à une augmentation de la consommation des principaux types de fruits consommés dans la population d'étude, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).	260
Tableau 26 : Caractéristiques individuelles associées à une augmentation de la consommation des principaux types de légumes cuits consommés dans la population d'étude, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).	261
Tableau 27 : Caractéristiques individuelles associées à une augmentation de la consommation des principaux types de légumes crus consommés dans la population d'étude, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).	262
Tableau 28 : Description des moyennes de consommation de 40 groupes alimentaires évaluées par les rappels de 24h et le FFQ2 (N=127).	263
Tableau 29 : Validité du FFQ en termes de groupes alimentaires (N=127).	265
Tableau 30 : Description des moyennes de consommation de 40 groupes alimentaires évaluées par le FFQ1 et le FFQ2 (N=201).	267
Tableau 31 : Reproductibilité du FFQ en termes de groupes alimentaires (N=201).	269
Tableau 32 : Description des apports nutritionnels évalués par le FFQ1 et le FFQ2 (N=201).	271
Tableau 33 : Distribution du ratio "AET/BMR" en fonction de la méthode de recueil alimentaire utilisée et de l'étude (validité ou reproductibilité).	272
Tableau 34 : Description des moyennes de consommation de 40 groupes alimentaires évaluées par les rappels de 24h et le FFQ2 (N=92).	272
Tableau 35 : Validité du FFQ en termes de groupes alimentaires (N=92).	274
Tableau 36 : Description des moyennes de consommation de 40 groupes alimentaires évaluées par le FFQ1 et le FFQ2 (N=223).	276
Tableau 37 : Reproductibilité du FFQ en termes de groupes alimentaires (N=223).	278
Tableau 38 : Description des apports nutritionnels évalués par le FFQ1 et le FFQ2 (N=223).	280

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ADN	Acide DésoxyriboNucléique
AET	Apport Énergétique Total
AICR	<i>American Institute for Cancer Research</i>
ANC	Apports Nutritionnels Conseillés
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
CESP	Centre de recherche en Épidémiologie et Santé des Populations
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer
E3N	Étude Épidémiologique auprès des femmes de la mutuelle générale de l'Éducation Nationale
EHESP	École des Hautes Études en Santé Publique
ENNS	Étude Nationale Nutrition Santé
EPIC	<i>European Prospective study Into Cancer and nutrition</i>
ET	Écart-type
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FFQ	<i>Food Frequency Questionnaire</i> (Questionnaire de fréquence alimentaire)
Fsipo	<i>French score of indicators of the "Programme national nutrition santé" objectives</i>
IARC	<i>International agency for research on cancer</i>
IMC	Indice de Masse Corporelle
INCa	Institut national du cancer
INCA	Études individuelles nationales des consommations alimentaires
INPES	Institut national de prévention et d'éducation pour la santé
INRA	Institut national de la recherche agronomique
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
IReSP	Institut de recherche en santé publique
ITMO	Institut thématique multi-organismes
LIA	Laboratoires Internationaux Associés
MGEN	Mutuelle Générale de l'Éducation Nationale
MRC	Maladie Rénale Chronique
NACRe	Réseau national alimentation cancer recherche
NB	<i>Nota Bene</i>
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économique
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OR	<i>Odds ratio</i>
PNNS	Programme National Nutrition Santé
PNNS-GS	Programme National Nutrition Santé- <i>Guidelines Score</i>
UMR	Unité Mixte de Recherche
WCRF	<i>World Cancer Research Fund</i>

INTRODUCTION

À l'heure actuelle, les experts s'accordent sur le fait que l'adoption d'une alimentation favorable à la santé, la pratique d'une activité physique suffisante et le maintien d'une corpulence la plus basse possible (dans l'intervalle [18,5-25[de l'IMC*¹) pourraient réduire d'environ un tiers l'incidence* des cancers les plus fréquents¹. L'incidence des cancers, à l'échelle internationale, continuant de s'accroître, l'étude de la survie après cancer et notamment de l'influence du mode de vie sur celle-ci, est un champ d'investigation en pleine expansion depuis les trois dernières décennies^{2;3}. Afin de s'intéresser à l'alimentation des individus, à l'échelle des populations, il est nécessaire de s'appuyer sur des **méthodes de recueil robustes**. Par ailleurs, que ce soit en termes d'alimentation (et de mode de vie de manière plus générale) d'une part, ou d'incidence de cancer et survie après cancer d'autre part, les individus ne sont pas égaux. Des **inégalités sociales** traversent l'ensemble de la population sous forme de gradient⁴, et il est primordial de les considérer dans les relations **alimentation-cancer**.

Dans ce contexte, mon travail doctoral a porté sur l'évaluation de l'alimentation en épidémiologie et sur l'influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution à long terme de l'alimentation, en tenant compte de l'environnement socio-économique des individus.

Cette introduction est articulée en quatre parties et a pour but de réaliser un état des connaissances liées aux thématiques de mon travail doctoral, ainsi que de présenter les justifications et objectifs de celui-ci.

Dans un premier temps, les définitions-clés et enjeux de l'épidémiologie nutritionnelle seront abordés. Puis, les principaux comportements alimentaires décrits dans la littérature et les inégalités sociales associées, seront présentés.

L'évaluation de l'alimentation en épidémiologie nutritionnelle sera traitée **en seconde partie** de cette introduction. Un état de l'art des méthodes actuelles et futures sera présenté.

En troisième partie, je présenterai un résumé de l'épidémiologie des cancers, à l'échelle internationale, et décrirai les principaux facteurs de risque liés à l'alimentation et au mode de vie, avant et après la survenue d'un cancer. Je me focaliserai particulièrement sur le cancer du sein, cancer le plus fréquent chez la femme, en France.

La quatrième partie présentera les justifications et objectifs de ce travail doctoral.

¹ Un astérisque symbolise un terme présent dans le glossaire page 229.

1. Épidémiologie nutritionnelle

1.1. Définition et enjeux

La nutrition regroupe les concepts d'alimentation, d'activité physique et de corpulence et s'intéresse à la balance entre apports et dépenses énergétiques⁵. **L'épidémiologie** correspond quant à elle à l'étude de la répartition des événements de santé et de leurs déterminants, ainsi qu'à l'application des résultats obtenus au contrôle des problèmes de santé⁶. **L'épidémiologie nutritionnelle** est ainsi une discipline à l'interface entre ces deux notions qui cherche à comprendre, à l'échelle populationnelle, dans quelles mesures l'alimentation, la pratique d'activité physique et la corpulence ont un impact sur la santé des individus.

La recherche en épidémiologie nutritionnelle démarrée dans les années 1980, n'a depuis cessé de progresser, de par le contexte international dans lequel elle s'intègre, et *via* les enjeux qu'elle suscite. En 2014, selon l'OMS, 39% de la population mondiale adulte était en surpoids* et 13% en situation d'obésité*⁷. Ces prévalences* ont plus que doublé au cours des 40 dernières années, et ceci notamment dû au fait que l'après-guerre ait été marquée par une modification progressive des comportements alimentaires (consommation de davantage de produits transformés, de produits de type « *fast-food* », riches en matières grasses, sel, sucre,...), une sédentarisation accrue et une amplification des phénomènes de stress, dans les pays industrialisés⁸⁻¹¹. Ces mêmes changements s'installent désormais dans les pays émergents *via* le phénomène de mondialisation et du « modèle » inculqué par les sociétés occidentales. Cependant, dans les pays émergents, ces changements s'opèrent sur une échelle de temps beaucoup plus rapide, en parallèle de problèmes de dénutrition toujours présents. Ainsi, ces pays se voient confrontés simultanément à une transition démographique (vieillesse des populations due à une diminution des taux de mortalité et une diminution des taux de fécondité), épidémiologique (les maladies chroniques tendent à supplanter les maladies infectieuses) et nutritionnelle (adoption de régimes alimentaires de type occidental au détriment de l'alimentation traditionnelle), créant ainsi un environnement favorable à l'émergence de maladies chroniques telles que le diabète de type 2, l'hypertension et certains cancers^{12;13}. A l'échelle des sociétés, ces maladies constituent un véritable fardeau économique pour les services de santé par les coûts de traitement et de prise en charge qu'elles engendrent.

De réels enjeux humains, sociaux, économiques et de santé publique résident donc dans le fait de mieux comprendre les comportements nutritionnels répartis à travers le monde. Il s'agit de caractériser ceux associés à des risques plus élevés de maladies chroniques, afin de permettre l'amélioration des programmes nationaux de prévention dans les pays où ils sont déjà implantés

et de proposer des programmes pertinents là où ils n'existent pas, dans une optique de diminuer l'incidence* des maladies chroniques.

Au cours de mon travail doctoral, je me suis intéressée à la situation nutritionnelle d'un pays industrialisé, la France. J'y ai majoritairement traité la nutrition sous sa composante " alimentation ".

1.2. Situation nutritionnelle, comportements alimentaires et inégalités sociales en France

1.2.1. Situation nutritionnelle en France

En France, la prévalence du surpoids était de 34% en 2014-2015 et celle de l'obésité de 17%, d'après les résultats de l'enquête INCA3¹⁴ (cf. partie 1.2.2., section Introduction). Même si ces prévalences sont parmi les plus faibles des pays de l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE), les projections de l'OCDE annoncent une augmentation de la prévalence du surpoids de 5% d'ici 2020¹⁵.

1.2.2. Comportements et achats alimentaires en France

Quatre enquêtes nationales réalisées à partir d'échantillons représentatifs de la population française se sont intéressées aux comportements alimentaires des Français : les études INCA (Études individuelles nationales des consommations alimentaires) mises en place par l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail)¹⁶, l'étude ENNS (Enquête nationale nutrition santé) déployée dans le cadre du PNNS (Programme national nutrition santé)¹⁷, les Baromètres Santé Nutrition mis en place par l'INPES (Institut national de prévention et d'éducation pour la santé)¹⁸ et l'étude Esteban (Étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition) réalisée par Santé Publique France¹⁹, construite pour être répétée tous les 7 ans et dont les résultats ne sont pas encore disponibles.

Les données INCA ont été recueillies à 7 ans d'intervalle (en 1999, en 2006-2007 et en 2014-2015). Grâce à la collecte d'informations sur les quantités d'aliments consommées en 1999 et 2006-2007, selon la même méthodologie, l'évolution de la consommation des principaux groupes alimentaires a pu être évaluée. Ainsi, entre ces deux périodes, la consommation de féculents et de plats composés est restée stable dans la population adulte, celle de fruits et légumes a augmenté et celle d'aliments sucrés, de produits laitiers et du groupe « viandes, poissons, œufs » a diminué²⁰. Ces évolutions n'ont pas concerné de manière identique les aliments constitutifs de ces groupes alimentaires. À titre d'exemple, alors que la consommation de fruits a augmenté sur cet intervalle de temps, celle de légumes est restée stable.

En 2014-2015, l'ANSES souhaitant intégrer l'étude INCA3 dans une démarche européenne, une méthodologie de recueil de données différente a été employée, rendant difficile toute comparaison des consommations alimentaires avec les précédentes études INCA. Cependant, les résultats de l'étude INCA3 semblent indiquer qu'en 2014-2015, les aliments étaient davantage consommés sous forme transformée, avec une augmentation de la consommation de plats composés et de produits prêts à l'emploi tels que les sandwichs, pizzas ou quiches¹⁴. En parallèle, ils semblent indiquer que la consommation d'aliments bruts tels que le sucre et l'huile a diminué (consommation quotidienne moyenne de sucre de 20,6 g/j en 2006 vs. 19,5 g/j en 2015 et consommation quotidienne moyenne d'huile de 10,7 g/j en 2006 vs. 7,5 g/j en 2015). Ces résultats seraient en accord avec des données portant sur l'évolution des achats sur le long terme²¹ mais doivent être interprétés avec précaution du fait du changement méthodologique intervenu entre les études INCA2 et INCA3.

Parmi les 43 groupes alimentaires définis dans l'étude INCA3, les cinq principaux groupes consommés dans la population adulte étaient les suivants : les légumes, les fruits, le pain et la panification sèche, les soupes et bouillons, et les yaourts et fromages blancs (**Figure 1**).

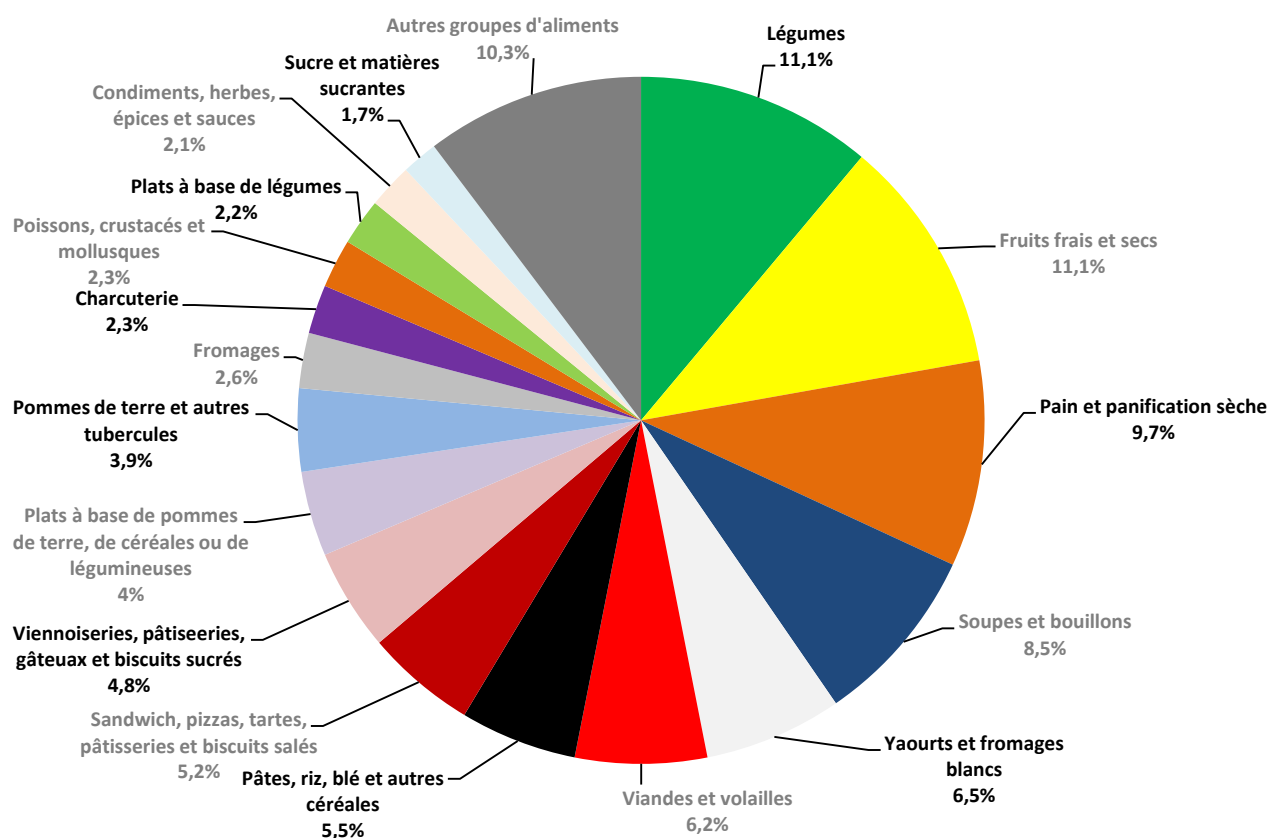


Figure 1 : Répartition des quantités consommées d'aliments (% de la quantité totale d'aliments consommés), chez les adultes de 18 à 79 ans, d'après l'étude INCA3¹⁴.

En termes de nutriments, l'apport énergétique total (AET) des adultes est resté constant sur la période 1999-2006, malgré une évolution de la contribution des macronutriments à celui-ci²⁰. La contribution des lipides à l'AET a en effet augmenté alors que celle des protéines a diminué. Malgré la contribution stable des glucides à l'AET, la consommation en glucides simples a augmenté contrairement à celle de l'amidon, en partie en raison d'une augmentation de la consommation de fruits mais également de celle de boissons sucrées (sodas, jus de fruits,...). Par rapport à l'étude INCA2, l'étude INCA3 montre que les sandwichs, pizzas, tartes, pâtisseries, biscuits salés et plats composés contribuent désormais davantage à l'AET des adultes, contrairement au groupe des légumes¹⁴. En ce qui concerne la contribution des macronutriments à l'apport énergétique total, les glucides contribuent à hauteur de 46,9% à l'AET des adultes français et les lipides et protéines à hauteur de 33,7% et 16,8% respectivement (**Figure 2**).

Les données des études INCA1 et INCA2 ont été recueillies *via* un enregistrement alimentaire de sept jours consécutifs (les méthodes de recueil alimentaire utilisées en épidémiologie nutritionnelle et les principaux avantages et limites de chacune d'entre elles sont décrites dans la partie 2.1., section Introduction). Afin de tenir compte de la saisonnalité de l'alimentation, les enregistrements alimentaires couvraient l'ensemble des mois de l'année.

Lors de l'interprétation des résultats des études INCA1 et INCA2, deux limites majeures sont à prendre en compte. Premièrement, à cause du côté exhaustif des enregistrements alimentaires, les participants ont pu être amenés à modifier leurs consommations alimentaires au cours de la semaine de recueil afin de faciliter le report de leurs consommations. Deuxièmement, les résultats obtenus dans ces enquêtes sont très dépendants du regroupement des aliments effectué *a posteriori*. Ainsi, dans l'étude INCA2, 1 343 aliments et boissons étaient déclarés au total dans l'ensemble des carnets alimentaires et ensuite regroupés en 43 groupes d'aliments lors de la présentation des résultats.

Les données de l'étude INCA3 ont été recueillies *via* des rappels de 24h (*cf.* partie 2.1., section Introduction) effectués par téléphone, sur trois jours non consécutifs (deux jours de semaine et un jour de week-end). Un questionnaire de fréquence alimentaire a également été utilisé pour recueillir les habitudes de consommation sur l'année écoulée. La collecte des données de l'étude s'est étalée sur 20 mois.

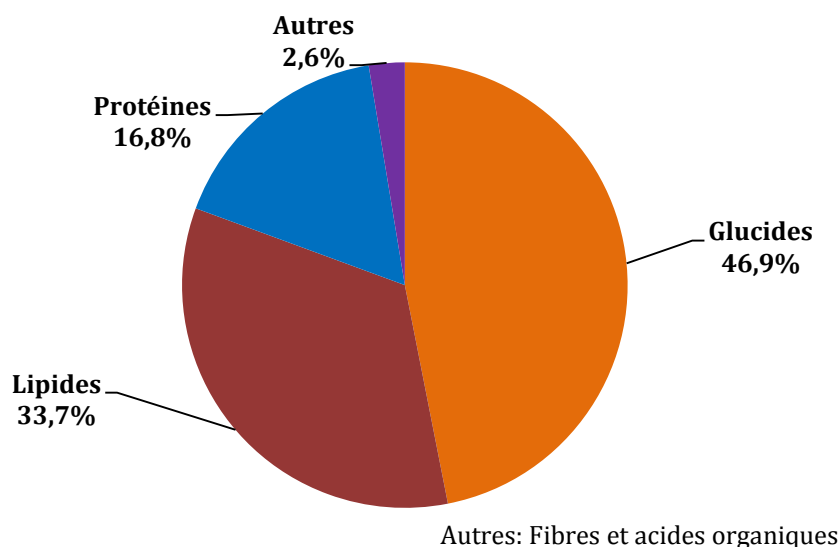


Figure 2 : Contribution des macronutriments à l'Apport Énergétique Sans Alcool (en %), chez les adultes de 18 à 79 ans, d'après l'étude INCA3¹⁴.

L'étude **ENNS** menée en 2006-2007 avait pour but d'évaluer l'adhésion de la population française aux recommandations nutritionnelles établies par le PNNS. L'utilisation d'un score global d'adhésion aux recommandations (décrit ci-après, partie 2.3.2.) montrait que, sur un maximum de 15 points théoriques, les hommes obtenaient en moyenne 7,7 points et les femmes, 8,6 points²². Sur un total de 13 recommandations, le nombre moyen de recommandations atteintes était de 6,7 chez les hommes et de 7,2 chez les femmes.

Les données de l'étude ENNS ont été recueillies *via* trois rappels de 24h répartis aléatoirement sur quinze jours (un des rappels était effectué un jour de week-end) et effectués pour la plupart à domicile (95% des sujets interrogés à domicile vs. 5% par téléphone). Le recrutement des sujets s'échelonnait sur un an afin de tenir compte de la saisonnalité de l'alimentation. Les limites inhérentes à la méthodologie des rappels de 24h (*cf.* partie 2.1., section Introduction) sont à prendre en compte lors de l'interprétation des résultats de l'étude ENNS. Le regroupement des aliments déclarés au cours de l'enquête était basé sur les groupes alimentaires du PNNS. Afin d'assurer une comparabilité des résultats, la même méthodologie de recueil alimentaire a été utilisée au cours de l'enquête Esteban.

L'enquête **Baromètre santé nutrition** a été conduite à trois reprises : en 1996, 2002 et 2008. Elle a notamment recueilli des informations relatives à l'alimentation biologique. Chez les adultes, le pourcentage de consommateurs de produits issus de l'agriculture biologique a largement augmenté entre 1996 et 2008. Ils étaient 6,2% d'adultes à avoir consommé des

produits issus de l'agriculture biologique au moins une fois au cours des quinze derniers jours, en 1996, 18,3% en 2002, puis 38,0% en 2008²³.

Les données de l'enquête Baromètre santé nutrition ont été recueillies par téléphone *via* un rappel de 24h par individu. Les quantités consommées n'étaient pas recueillies, l'objectif principal de cette enquête étant de considérer l'adhésion des individus aux recommandations nutritionnelles du PNNS majoritairement exprimées en fréquence par jour. Un questionnaire de fréquence alimentaire court venait compléter les données recueillies *via* le rappel de 24h. En 2008, ce questionnaire comportait sept items (poisson, fruits de mer, légumes secs, suppléments vitaminiques et minéraux, produits issus de l'agriculture biologique, substituts des repas et plats tout prêts) et se référait aux consommations des quinze jours passés. Le regroupement des aliments déclarés au cours du rappel de 24h était principalement basé sur les groupes alimentaires du PNNS. Les limites inhérentes à la méthodologie des rappels de 24h et du questionnaire de fréquence alimentaire (*cf.* partie 2.1., section Introduction) sont à prendre en compte lors de l'interprétation des résultats de l'enquête Baromètre santé nutrition, ainsi que le fait qu'un seul rappel de 24h ait été effectué par individu, la représentativité du jour sélectionné pouvant alors être questionnée.

Évolution de la qualité nutritionnelle des achats alimentaires des ménages français, des années 1960 à nos jours

En 1960, le budget « alimentation » des ménages représentait 34,6% des dépenses de consommation et constituait alors le principal poste de dépense. Depuis, du fait de l'élévation du niveau de vie moyen, cette part tend globalement à diminuer et représentait ainsi, en 2014, 20,4% des dépenses de consommation des ménages²⁴.

La composition du panier alimentaire c'est-à-dire la composition de la dépense alimentaire à domicile des Français a par ailleurs changé au cours des dernières décennies, celui-ci étant désormais composé de moins de viande, fruits, légumes, pain, céréales, boissons alcoolisées et de davantage de poisson, œufs, laitages, plats préparés, produits sucrés et boissons non alcoolisées qu'auparavant (**Figure 3**). Ces modifications peuvent être mises en relation avec les changements de mode de vie s'étant déroulés sur cette période de temps (évoqués en partie 1.1.) et ayant conduit à une réduction du temps de préparation des repas à domicile (-25% entre 1986 et 2010), une augmentation de la consommation de produits préparés et/ou prêts à l'emploi ainsi qu'une augmentation du nombre de repas effectués hors domicile (augmentation de 1,6% par an de la fréquentation des restaurants et cantines)²⁴.

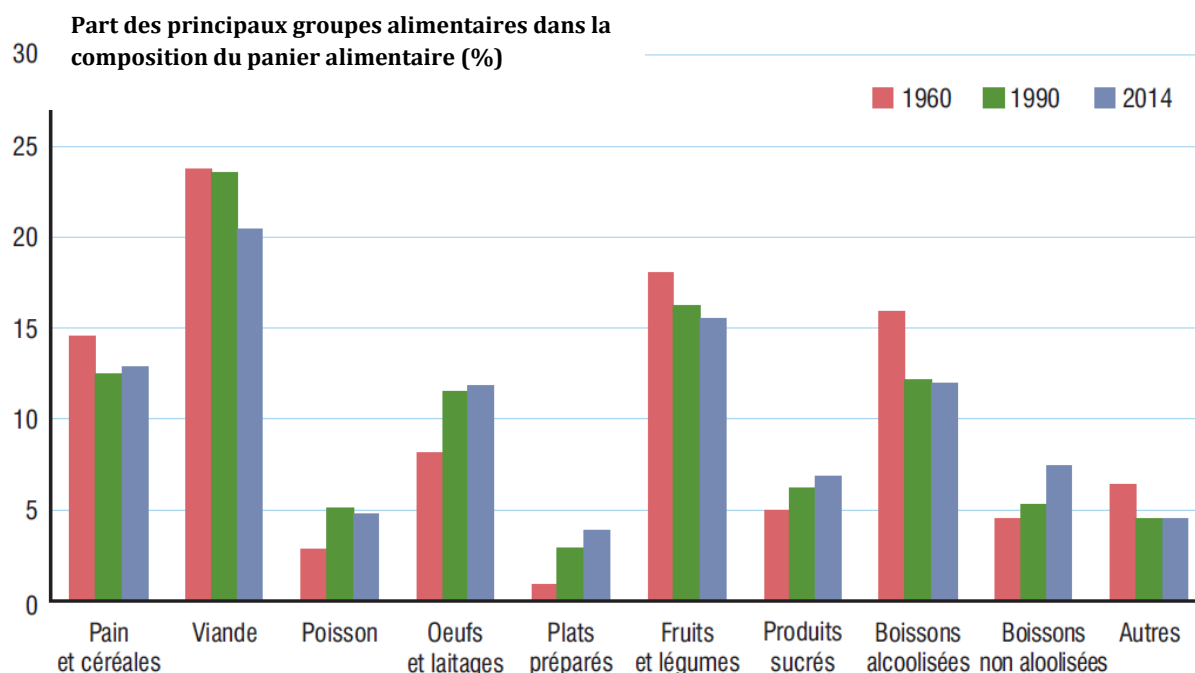
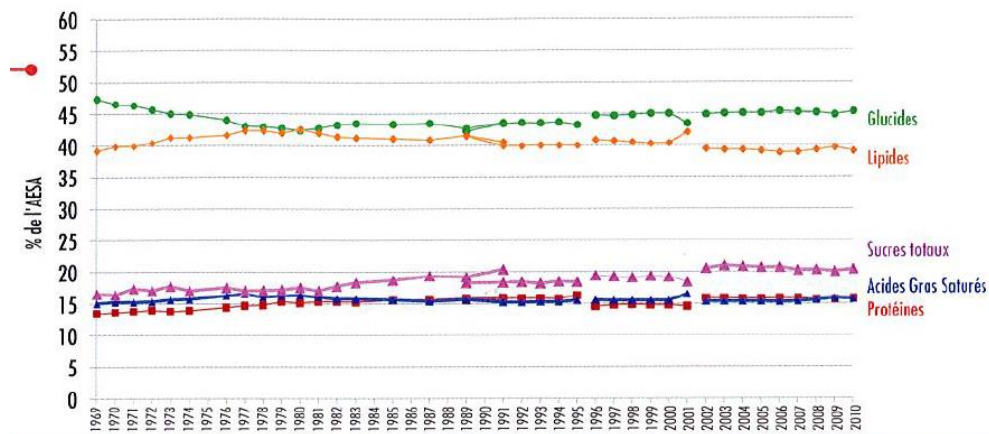


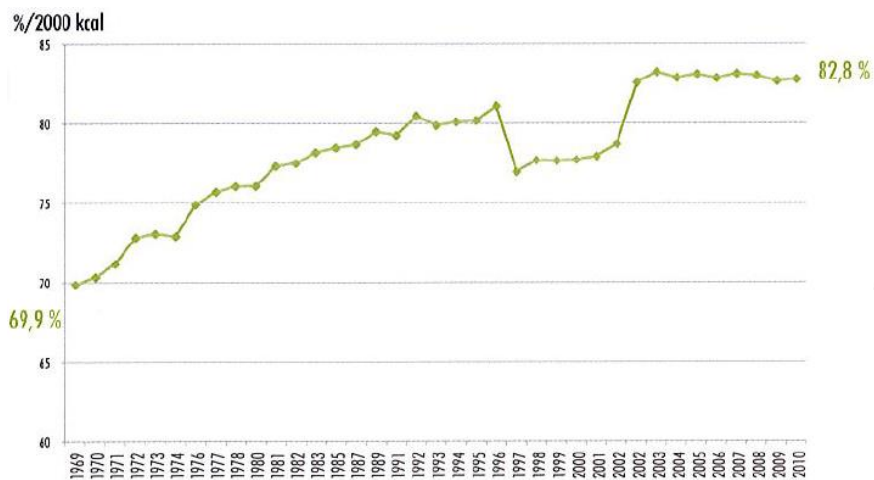
Figure 3 : Composition du panier alimentaire en France en 1960, 1990 et 2014, d'après Larochette *et al.*²⁴.

En termes d'évolution de la qualité nutritionnelle des achats alimentaires entre 1969 et 2010, on a observé que (**Figure 4**)²⁵ :

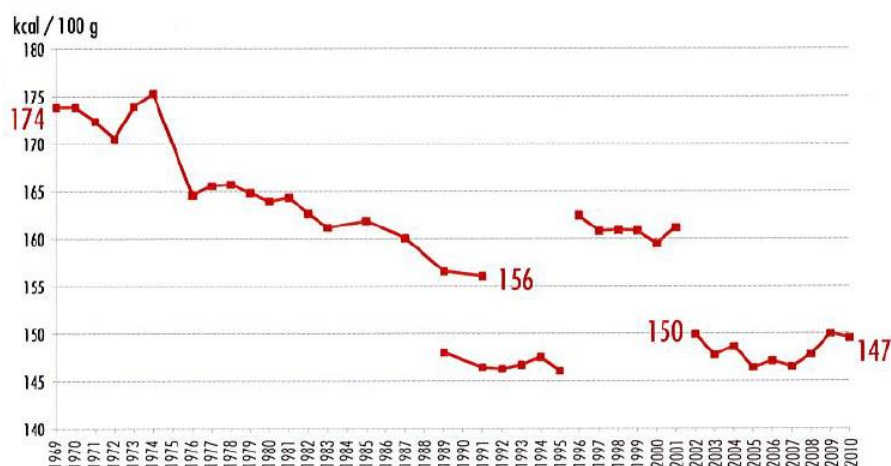
- La contribution des macronutriments à l'AET sans alcool était restée relativement stable, à l'exception des sucres totaux dont la contribution a eu tendance à augmenter légèrement.
- La qualité nutritionnelle des achats s'était améliorée, le pourcentage d'adéquation des achats alimentaires aux apports nutritionnels conseillés (ANC) étant passé de 69,9% en 1969 à 82,8% en 2010.
- La densité énergétique des achats alimentaires avait diminué bien qu'elle était en 2010 encore nettement supérieure aux recommandations (147 kcal/100g vs. 125 kcal/100g).



a. Contribution des macronutriments aux apports énergétiques sans alcool



b. Évolution du pourcentage d'adéquation moyen aux apports nutritionnels conseillés



c. Évolution de la densité énergétique des achats alimentaires

Figure 4 : Évolution de la qualité nutritionnelle des achats alimentaires entre 1969 et 2010, d'après Caillavet *et al.*²⁵.

NB : Dans les trois graphes présentés dans cette figure, la rupture des tendances des courbes à partir de 1996 (graphes a. et b.) et de 1989 (graphe c.) est à attribuer à une hétérogénéité des sources de données et des méthodologies d'enquête.

1.2.3. Inégalités sociales de nutrition en France

1.2.3.1. Définitions

L'alimentation et l'activité physique font partie des déterminants majeurs et indissociables de la santé. En 2008, l'OMS formulait **la définition des déterminants sociaux de la santé** de la manière suivante : « les déterminants sociaux de la santé sont les circonstances dans lesquelles les individus naissent, grandissent, vivent, travaillent et vieillissent ainsi que les systèmes mis en place pour faire face à la maladie », ces circonstances étant déterminées par des forces politiques, sociales et économiques²⁶.

Même si on assiste à l'heure actuelle à une amélioration des conditions de vie et à un allongement de la durée de vie moyenne, d'importantes inégalités sociales de santé persistent dans les pays développés, et notamment en France et en Europe, comme le montrent les différences de mortalité et de morbidité selon la position socioéconomique²⁷⁻²⁹. Ces différences s'expliquent par le fait que les personnes de faible statut socioéconomique cumulent généralement plusieurs handicaps en ce qui concerne la santé et l'accès aux soins. Ainsi, à titre d'exemple, en 2000-2008, en France, les hommes cadres supérieurs de 35 ans avaient une espérance de vie de 47 ans, dont 73 % sans aucune incapacité, alors que celle des ouvriers était de 41 ans, dont 60% de temps sans incapacité^{30;31}.

Or, **les inégalités sociales de santé étant systématiques** (elles ne sont pas distribuées au hasard dans la population) **et socialement construites**, elles sont considérées comme modifiables et injustes³². La réduction de ces inégalités est une des préoccupations majeures de santé à l'échelle européenne et le conseil régional Europe de l'OMS l'a inscrite en 2012 comme premier objectif stratégique³³. **L'universalisme proportionné** fait partie des stratégies proposées pour participer à l'atteinte de cet objectif. Ce concept défini par Sir Michael Marmot dans son rapport publié en 2010³⁴ suggère que : “viser exclusivement les plus défavorisés ne réduira pas suffisamment les inégalités de santé. Pour aplanir la pente du gradient social, les actions doivent être universelles, mais avec une ampleur et une intensité proportionnelles au niveau de défaveur sociale”.

Les inégalités sociales de santé ont longtemps été traitées dans la littérature de manière binaire, en opposant des populations précaires extrêmement défavorisées à des populations bénéficiant d'une insertion sociale et économique satisfaisante. Désormais, on considère qu'il existe **un gradient social** formant un continuum d'états de santé et de comportements le long d'une hiérarchie sociale⁴.

L'alimentation des individus, leur pratique d'activité physique ainsi que l'ensemble des comportements de santé de manière générale ne peuvent pas être considérés comme le simple résultat de choix personnels réfléchis et pris en plein état de conscience. Ils vont en réalité être déterminés par leur **environnement socio-économique** (Figure 5), composé à la fois de **facteurs individuels** et de **facteurs contextuels** (facteurs issus du micro-environnement de l'individu, facteurs interpersonnels, sociétaux, culturels, économiques, politiques, territoriaux et législatifs) sur lesquels les individus vont avoir une emprise relative, et pour lesquels existent des inégalités sociales qui vont s'accumuler tout au long de la vie.

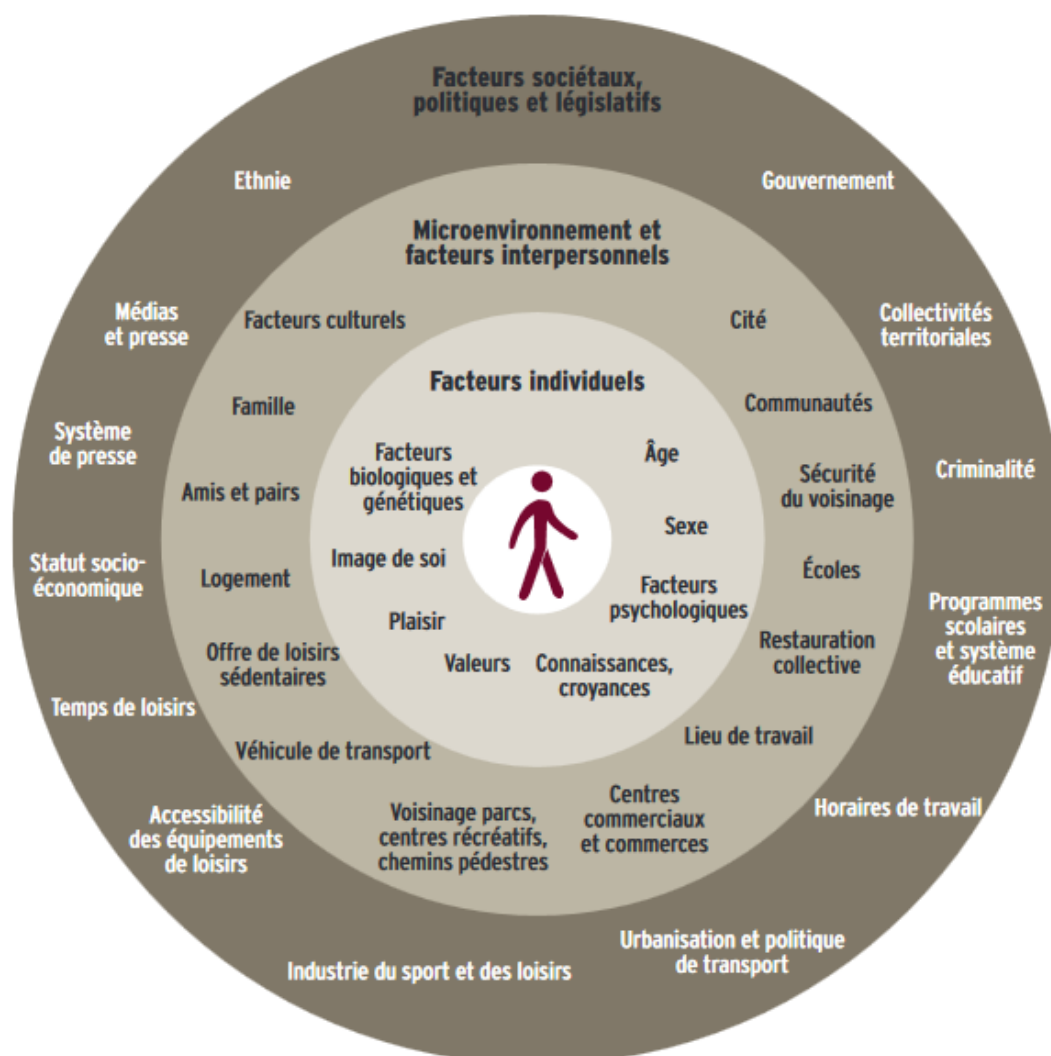


Figure 5 : Déterminants de l'activité physique et de l'alimentation, d'après Booth *et al.*³⁵.

1.2.3.2. Inégalités sociales de nutrition en France

D'après l'étude Obépi publiée en 2012³⁶, le pourcentage d'adultes obèses en France était 3,65 fois plus élevé dans les ménages ayant un revenu mensuel net inférieur à 900 €, par rapport à ceux dont le revenu était supérieur à 5 300 €/mois.

En France, les informations issues des enquêtes nationales en population générale montrent que les consommations alimentaires des adultes issus de milieu socioéconomique plus faible sont généralement moins favorables à la santé, que celles d'individus issus de milieux plus favorisés, générant ainsi des inégalités de santé. L'alimentation des personnes de position socioéconomique défavorisée est en particulier caractérisée par de plus faibles apports en fruits et légumes, produits céréaliers complets (aliments de faible densité énergétique), poissons, fibres, vitamines et minéraux. Cependant, les apports en énergie et en macronutriments (glucides, lipides, protéines) varient peu ou pas avec la position socioéconomique³⁷. Les facteurs socioéconomiques associés aux comportements favorables à la santé pourraient différer selon le sexe comme cela est observé pour la corpulence³⁷.

Évolution des inégalités sociales en France entre 1969 et 2010, en termes d'achats

Caillavet *et al.*²⁵ se sont intéressés à l'**évolution des inégalités sociales en France** entre 1969 et 2010, en matière d'alimentation, du point de vue des achats alimentaires, selon 3 critères : le revenu familial, le niveau d'éducation et la région d'habitation (**Figure 6**). Globalement, en dépit d'une amélioration de la qualité nutritionnelle des achats alimentaires pour le domicile entre 1969 et 2010, on observe des disparités sur l'ensemble de la période quel que soit le critère pris en compte. Ces disparités tendent toutefois à s'atténuer au cours du temps (atténuation plus marquée pour le niveau d'éducation et la région d'habitation que pour le revenu).

Les achats alimentaires couvrent davantage les ANC chez les ménages aux plus forts revenus, chez ceux dont la personne de référence a un niveau d'éducation plus élevé et également chez ceux vivant dans l'Est, la région parisienne ou la région méditerranéenne. L'adoption de comportements alimentaires néfastes pour la santé peut s'expliquer entre autres par de faibles ressources financières qui limitent l'accès à une grande diversité d'aliments, l'isolement social, l'influence des publicités alimentaires en lien avec la recherche d'appartenance à la société de consommation, un manque d'information, des capacités matérielles limitées pour cuisiner et des rythmes de vie irréguliers³⁸.

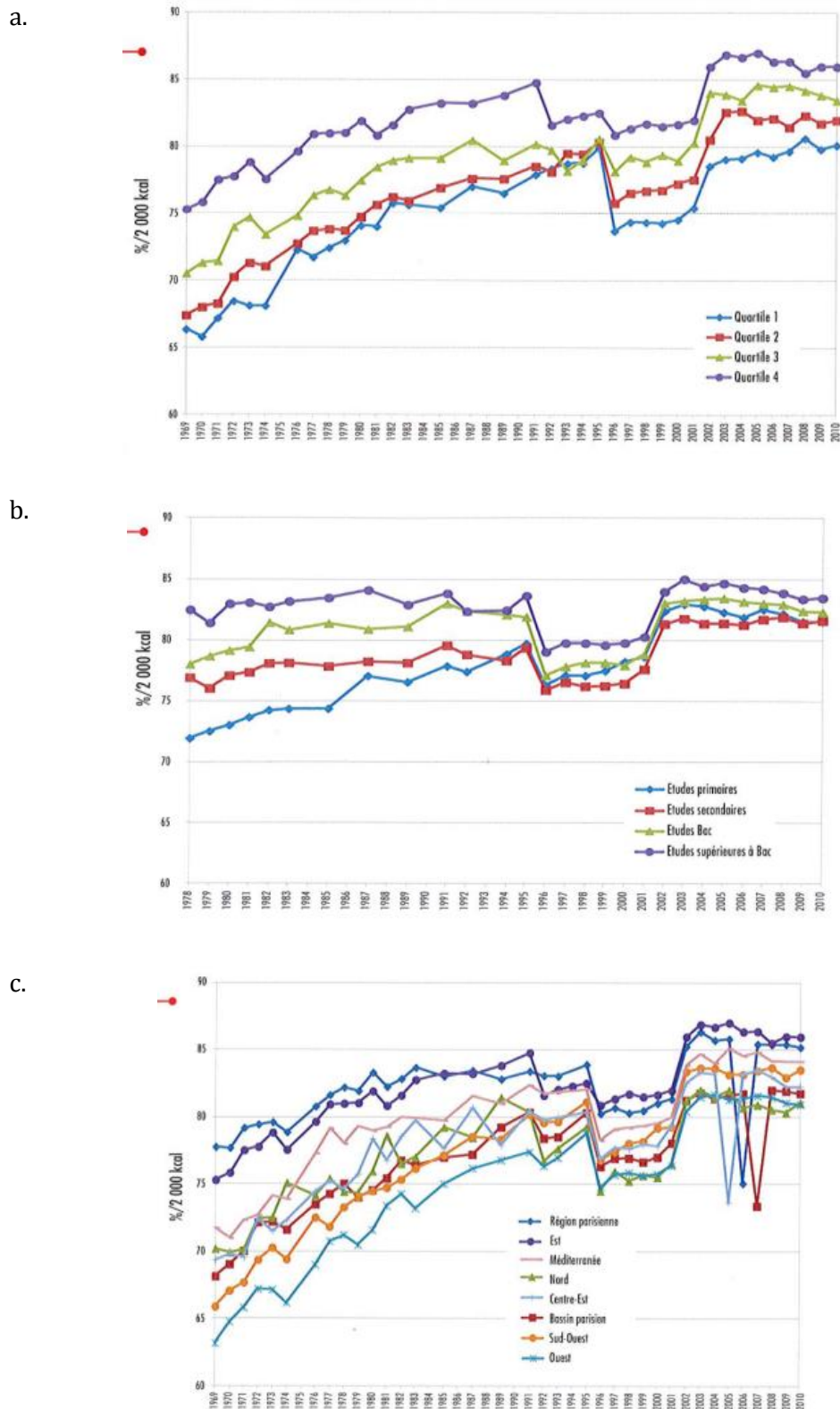


Figure 6 : Évolution du pourcentage d'adéquation moyen aux apports nutritionnels conseillés (%/2000 kcal) en fonction du revenu (a), du niveau d'éducation (b) et de la région (c) d'après Caillavet *et al.*²⁵.

NB : Dans les trois graphes présentés dans cette figure, la rupture des tendances des courbes à partir de 1996 est à attribuer à une hétérogénéité des sources de données et des méthodologies d'enquête.

Zoom sur les facteurs socio-économiques individuels

Les études portant sur les associations entre facteurs socio-économiques individuels et alimentation, en France et de manière plus générale à l'international, se sont majoritairement intéressées à trois facteurs : les revenus, le niveau d'éducation et la catégorie socio-professionnelle³⁷.

Les revenus

Peu d'études en France se sont intéressées aux liens entre revenus et alimentation.

L'étude Baromètre Santé Nutrition a montré que lorsque les revenus augmentaient, la fréquence de consommation de fruits, de pain complet et d'aliments sucrés était supérieure la veille de l'entretien²³. Dans l'étude ENNS, l'information sur le revenu n'était pas disponible mais le fait d'être parti en vacances au cours des 12 derniers mois avait précédemment été montré comme étant fortement corrélé aux revenus et était associé à une adhésion aux recommandations du PNNS plus élevée²². Perrin *et al.*³⁹ montraient quant à eux que des revenus plus élevés étaient associés à une plus forte probabilité d'avoir une alimentation « prudente », caractérisée par des apports élevés en fruits, légumes, huile d'olive et poisson, et faibles en alcool, viande et pommes de terre.

Le coût des aliments explique en partie ces disparités d'alimentation en fonction du revenu. Les individus ayant des revenus plus faibles vont être plus enclins à consommer des aliments de forte densité énergétique. En effet, à apport calorique constant, ces aliments sont plus économiques que des aliments de faible densité énergétique⁴⁰. Une étude récente montrait par exemple que pour 100 kcal d'aliments achetés, le prix des chips était de 0,16 € et celui des légumes frais tels que les carottes ou les tomates était de 0,44 € et 1,39 € respectivement⁴⁰.

En adéquation avec ces résultats et si l'on s'intéresse aux achats alimentaires, il a été démontré que pour les ménages les plus pauvres (en comparaison avec les plus riches, premier vs. dixième décile), les produits surreprésentés en termes de part dans le budget alimentaire à domicile étaient les produits céréaliers (16,3 contre 12,5 %), les produits sucrés (5,9 contre 5,2 %), les boissons non alcoolisées (5,9 contre 5,2 %), les matières grasses (2,7 contre 2,1 %) et les viandes (21,4 contre 20,0 %) tandis que les produits sous-représentés étaient les poissons et les produits de la mer (3,0 contre 5,5 %), les boissons alcoolisées (7,2 contre 11,9 %) et les fruits frais et transformés (6,8 contre 7,4 %)⁴¹.

Pour les plus pauvres, la contrainte accrue de budget s'exprime à la fois en valeur absolue, au niveau de la faiblesse du budget alimentaire, mais également en valeur relative, la part de

l'alimentation dans le budget des ménages étant plus importante pour les revenus faibles (18 % pour le premier décile vs. 14 % pour le décile le plus riche)⁴².

Le coût des aliments semble être un levier d'actions pour lequel des progrès sont encore possibles afin qu'une alimentation favorable à la santé soit accessible à tous. En effet, une étude conduite dans un contexte français en 2006 mettait en évidence que l'adoption d'une alimentation en accord avec les recommandations nutritionnelles actuelles n'était pas envisageable pour les faibles revenus. Une alimentation de qualité nutritionnelle adéquate n'était possible qu'en s'éloignant des habitudes alimentaires observées en population générale et en substituant des groupes d'aliments présents dans les recommandations nutritionnelles par d'autres groupes de valeur nutritionnelle similaire⁴³.

Le niveau d'éducation

Les études ayant porté sur les associations entre niveau d'éducation et comportements alimentaires en France sont plus nombreuses. Ainsi, l'étude Baromètre Santé Nutrition mettait en évidence que lorsque le niveau d'éducation augmentait, la fréquence de consommation de fruits et légumes (ensemble et séparément), de pain complet, de poisson, d'aliments sucrés et la diversité alimentaire étaient plus élevées la veille de l'entretien²³. Dans l'étude ENNS, une adhésion aux recommandations du PNNS était associée au niveau d'éducation chez les femmes²².

Les résultats de la dernière étude INCA mettaient en évidence que chez les personnes de niveau d'éducation plus élevé (par comparaison à des personnes de niveau d'éducation plus faible), les pâtes et autres céréales complètes ou semi-complètes, les fruits, les oléagineux, les substituts de produits animaux contribuaient davantage à la ration alimentaire, contrairement aux pâtes et autres céréales raffinées, aux viandes hors volailles, aux pommes de terre, aux matières grasses végétales, aux boissons rafraîchissantes sans alcool et aux eaux conditionnées¹⁴.

D'autres études menées en France dans des groupes spécifiques de la population ont montré que les individus plus éduqués, par comparaison à des individus de niveau d'éducation plus faible, étaient plus enclins à avoir des apports élevés en fruits, légumes, poisson et faibles en produits gras et sucrés⁴⁴⁻⁴⁷.

La catégorie socio-professionnelle

L'étude des liens entre catégorie socio-professionnelle et alimentation en France a montré une association positive entre ces deux facteurs. Notamment, dans l'étude ENNS, une adhésion aux recommandations du PNNS était associée à la catégorie socio-professionnelle chez les femmes²², une femme au foyer ayant trois fois plus de risque d'avoir une alimentation éloignée des

recommandations nutritionnelles qu'une femme cadre. Dans l'étude INCA3, il était montré que chez les cadres et par comparaison aux ouvriers et artisans, le pain complet, les fruits et les jus de fruits et de légumes contribuaient davantage à la ration alimentaire que les boissons rafraîchissantes sans alcool¹⁴.

Zoom sur les facteurs socio-économiques contextuels

Une étude menée auprès d'adolescents français montrait que, pour les enfants d'ouvriers, le fait d'habiter dans un quartier où l'accessibilité géographique à l'alimentation (commerces alimentaires) ou à l'activité physique (équipements sportifs et espaces verts naturels) était faible, multipliait environ par deux le risque d'être en surpoids⁴⁸. Cet impact du **quartier d'habitation** n'était pas observé pour les enfants d'autres catégories socioprofessionnelles, soulignant le rôle majeur de facteurs contextuels dans les inégalités sociales de santé ainsi que la complexité des interactions opérant au sein même de l'environnement socio-économique des individus. Ainsi, le statut socio-économique des individus correspond bel et bien à **un ensemble complexe d'interactions entre des facteurs socio-économiques individuels et contextuels**⁴⁹, tels que les moyens financiers, le temps disponible, la facilité d'accès aux marchés, aux supermarchés et aux moyens de transports, ou encore la sécurité de son quartier d'habitation⁵⁰.

Une étude française mettait quant à elle en évidence l'importance de l'**offre alimentaire** dans les achats alimentaires des individus⁵¹. Y étaient montrées une association positive entre l'IMC des femmes et le prix des fruits frais, et une association négative entre l'IMC des femmes et le prix des fromages, des huiles, des desserts, des plats préparés et des boissons sans alcool. Chez les hommes, le prix des plats préparés et celui des boissons sans alcool étaient associés de manière négative à l'IMC.

Par ailleurs, en France comme en Europe, malgré la tendance à une uniformisation des régimes alimentaires du fait des phénomènes de mondialisation, on observe encore à l'heure actuelle des différences de consommations alimentaires selon la **région d'habitation** des individus^{37;52}, indépendantes des caractéristiques sociales de la population et du niveau d'urbanisation. Ainsi, dans l'Ouest de la France métropolitaine, les poissons, fruits de mer, pommes de terre et matières grasses animales occupent une place plus importante dans l'alimentation des individus. Dans le Nord, des apports plus élevés en produits carnés, matières grasses animales, pommes de terre, boissons sucrées et alcoolisées sont observés. Dans l'Est, les régimes alimentaires sont moins riches en fruits et légumes, produits laitiers et poissons et plus riches en produits transformés. Les régions du Sud-Ouest et du pourtour méditerranéen sont quant à elles marquées par des apports plus élevés d'aliments traditionnellement affiliés au régime

méditerranéen (fruits, légumes, huile végétale)^{14;20;37;53}. L'Île-de-France correspond également à une région à part entière en termes de consommations alimentaires. Elle se distingue par exemple de la région du Nord-Est par des apports en légumes plus élevés (139 g/j vs. 108 g/j) et de la région du Nord-Ouest par des apports en charcuterie plus faibles (17 g/j vs. 33 g/j)¹⁴. Compte tenu de ces ancrages régionaux, les disparités sociales ne se déclinent pas de manière identique dans toutes les régions de France^{37;47;54}.

L'étude INCA3 apporte également des éléments sur les consommations alimentaires au regard de la **taille de l'agglomération** où les individus résident¹⁴. Si la ration journalière n'est pas modifiée selon la taille d'agglomération, il y a cependant plus de consommateurs de lait, de poisson, de jus de fruits et légumes et moins de consommateurs de charcuteries dans les grandes agglomérations qu'en milieu rural. Les légumes y sont également consommés en plus faible quantité (118 g/j vs. 152 g/j).

À l'image des résultats obtenus à l'échelle française, des études menées dans d'autres pays dits industrialisés ont montré que l'environnement socio-économique des individus avait une influence sur leurs comportements alimentaires⁵⁵⁻⁵⁸, les individus issus de milieu socioéconomique moins favorisé étant moins enclins à acheter et consommer des produits favorables à la santé. D'après une revue de la littérature conduite **en Europe**⁵⁵, des apports en matières grasses plus élevés et des apports en fibres plus faibles étaient observés chez des individus issus de milieu socioéconomique moins favorisé. La force de ces associations n'était cependant pas très élevée contrairement aux associations observées pour la consommation de fruits et légumes. Cette consommation était plus faible chez les individus issus de milieu socio-économique moins favorisé.

2. Évaluation de l'alimentation en épidémiologie nutritionnelle

2.1. Les méthodes de recueil alimentaire en épidémiologie

En épidémiologie nutritionnelle, différentes méthodes de recueil alimentaire sont à notre disposition afin d'obtenir de l'information sur les consommations alimentaires des individus⁵⁹⁻⁶¹. Cependant, il n'existe pas de méthode optimale⁶². Par conséquent, dans une étude, le choix d'une méthode de recueil dépendra toujours du *design* et de l'objectif scientifique de celle-ci^{59;63}.

Les principales méthodes de recueil alimentaire ainsi que leurs principaux avantages et limites sont détaillés ci-après.

2.1.1. Le questionnaire de fréquence alimentaire

Le questionnaire de fréquence alimentaire (*Food Frequency Questionnaire*, FFQ) est composé d'une liste d'aliments pré-définis pour laquelle les individus doivent renseigner leur fréquence de consommation (nombre de fois par jour, semaine ou mois) pour une période donnée passée (semaine, mois ou en général, année passée). Les quantités d'aliments consommés peuvent également être renseignées en les ramenant soit à un nombre de portions standards, soit à un nombre d'unités moyennes (par exemple une pomme de taille moyenne), soit encore en choisissant une photo parmi plusieurs possibles. On parle alors de questionnaire de fréquence alimentaire semi-quantitatif. Les principaux avantages du FFQ sont qu'il peut être déployé à grande échelle et à bas coût, qu'il représente une méthode peu contraignante pour les personnes interrogées, qu'il peut être auto-administré et qu'il permet de bien classer les individus selon leurs consommations alimentaires, leurs apports en nutriments et leur apport énergétique total. Pour l'ensemble de ces avantages, le FFQ a été largement utilisé dans les études épidémiologiques s'intéressant aux liens entre alimentation et événements de santé⁶⁴⁻⁶⁶. Cependant, ce type d'outil a tout de même certaines limites. Il fait appel à la mémoire des individus et requiert une gymnastique de l'esprit pour moyenniser ses consommations passées et reporter les quantités d'aliments consommés. La création de ce type d'outil nécessite également une réflexion importante en amont pour définir la liste fermée d'items le composant, ainsi qu'un travail conséquent pour créer la table de composition alimentaire lui étant associée.

De nombreux FFQs sont décrits dans la littérature. Les avantages et limites qu'ils génèrent ont déjà fait l'objet de plusieurs revues⁶⁷⁻⁷⁰.

2.1.2. L'enregistrement alimentaire

Lors d'un enregistrement alimentaire, il est demandé aux participants de noter sur un carnet, en temps réel, le détail de leurs consommations d'aliments et de boissons, en incluant les quantités consommées (les aliments et boissons devant être pesés) pendant une période donnée.

De par son côté exhaustif, l'enregistrement alimentaire a longtemps été considéré comme la méthode de référence. Cependant cette exhaustivité le rend également très contraignant pour les participants et peut les amener à modifier leur alimentation afin de faciliter le recueil⁶¹. Dans la pratique, le rappel de 24h l'a donc supplanté en termes de méthode de référence.

2.1.3. Le rappel de 24h

Le rappel des 24 heures correspond à un entretien au cours duquel un diététicien demande au sujet de se remémorer et de décrire tous les aliments et boissons consommés au cours des dernières 24h (généralement la veille de l'entretien). L'entretien peut se faire en face-à-face ou par téléphone.

Cette méthode est à la fois rapide (20 à 30 minutes pour un entretien) et peu contraignante pour les participants. Étant donné que la collecte de données concerne l'alimentation passée des individus, ceux-ci ne sont pas amenés à modifier volontairement leur alimentation. Cependant, l'entretien étant mené par une tierce personne, les participants peuvent-être amenés à sur- ou sous-déclarer certaines de leurs consommations, en fonction de la perception sociale des aliments consommés (ex : consommation de fruits et légumes perçue de manière positive par la société, contrairement à celle de boissons alcoolisées). Cette méthode fait également appel à la mémoire des participants et nécessite qu'ils soient capables de rendre compte des tailles de portion consommées. Il est nécessaire de la répéter plusieurs fois si une estimation des consommations alimentaires habituelles est souhaitée, afin que les saisonnalités et les différents jours de la semaine puissent être pris en compte (les consommations alimentaires varient selon ces deux facteurs).

2.1.4. L'histoire alimentaire

L'histoire alimentaire cherche à évaluer les habitudes alimentaires typiques du sujet. La méthode, initialement décrite dans les années 40, comprenait plusieurs étapes : un entretien en face à face, généralement sous forme de rappel de 24h, un questionnaire de fréquence alimentaire et un enregistrement alimentaire de 3 jours⁷¹. Traditionnellement, cette méthode était retracée en fonction des repas afin de faciliter le recueil pour les participants. Les prises alimentaires étant de moins en moins rythmées par les repas classiques, ceci tend à être remis en question.

Généralement utilisée par les cliniciens, cette méthode permet d'obtenir une information très complète, avec notamment des informations sur les tailles de portions consommées et les méthodes de cuisson utilisées. Cependant, elle fait également appel à la mémoire des participants et reste une méthode très contraignante pour ceux-ci. De plus, il n'existe aucune

méthode standardisée concernant l'histoire alimentaire, ce qui limite fortement les comparaisons entre études lorsque cette méthodologie est utilisée.

2.1.5. Les biomarqueurs

Les biomarqueurs sont des mesures biologiques qui reflètent l'apport énergétique ou l'apport alimentaire en nutriments⁷². Les deux méthodes de biomarqueurs les plus utilisées sont la mesure de la dépense énergétique à l'eau doublement marquée, pour valider l'estimation de l'apport énergétique total, et le dosage de l'excrétion urinaire d'azote, pour valider l'estimation de l'apport protéique. Il existe également des biomarqueurs de l'apport en micronutriments spécifiques, comme les dosages plasmatiques de la vitamine E ou du bêta-carotène, le dosage urinaire du sodium et du potassium, ou encore la mesure des acides gras dans différents tissus^{60;73}.

Parce qu'ils fournissent une estimation de l'apport alimentaire indépendante de la déclaration des sujets, les biomarqueurs sont généralement utilisés pour valider l'estimation d'un nutriment par un questionnaire de fréquence alimentaire par exemple, en complément d'autres méthodes de recueil alimentaire^{74;75}. Il faut tout de même garder à l'esprit que leur dosage est dépendant de facteurs que l'on ne peut pas contrôler et qui varient d'un individu à l'autre comme par exemple la variabilité génétique, le statut nutritionnel initial ou encore la méthodologie analytique choisie⁷².

Ces techniques encore très coûteuses et parfois invasives restent encore assez peu utilisées, surtout à grande échelle.

2.1.6. Vers le recueil alimentaire de demain

Au cours des 10 dernières années, des versions sur ordinateur ou tablette de la plupart des méthodes de recueil alimentaire décrites ici ont vu le jour, notamment en ce qui concerne le questionnaire de fréquence alimentaire⁷⁶, l'enregistrement alimentaire⁷⁷ ou encore le rappel de 24h⁷⁸.

Les méthodes innovantes permettant d'évaluer l'alimentation des individus dans les études épidémiologiques, ont récemment fait l'objet d'une revue de la littérature⁷⁹. Des applications permettant aux individus de photographier leurs repas et d'avoir un retour instantané en termes d'apports nutritionnels et de contribution de leurs consommations alimentaires à l'AET, sont notamment en cours de développement par des équipes de recherche⁸⁰.

2.2. Besoins méthodologiques pour le recueil alimentaire en France

2.2.1. Naissance d'un projet de mutualisation entre cohortes, en France

À l'heure actuelle, en France, plusieurs études de cohorte (E3N⁸¹, cohorte de femmes françaises ; E4N⁸², cohorte familiale prolongeant l'étude E3N ; CKD-Rein⁸³, cohorte de patients atteints de maladie rénale chronique ; I-Share⁸⁴, cohorte d'étudiants ; Psy-COH, cohorte de patients atteints de troubles bipolaires ; Elfe⁸⁵, cohorte d'enfants), et plus largement de nombreuses équipes de recherche non spécialisées en nutrition, souhaitent recueillir les habitudes alimentaires de leurs sujets issus de différentes strates de la population française (adolescents, étudiants, adultes, seniors, patients), au moins comme facteur d'ajustement dans des études d'associations, mais redoutent la durée de recueil.

La création d'un questionnaire alimentaire court validé intéresse donc l'ensemble de ces acteurs du monde de la recherche médicale et de ce besoin commun est né le projet de conception et de validation d'un questionnaire alimentaire court. Ce projet est porté par notre équipe « Générations et Santé » du Centre de recherche en Épidémiologie et Santé des Populations et correspond à une collaboration entre les six études de cohortes mentionnées ci-avant (E3N, E4N, CKD-Rein, I-Share, Psy-COH et Elfe). Il a obtenu un financement de la part de l'ITMO (Institut thématique multi-organisme) Santé publique d'Aviesan et de l'IReSP (Institut de Recherche en Santé Publique). Ces deux instituts avaient reçu pour mission de la part du Ministère de la recherche d'accompagner scientifiquement les cohortes financées dans le cadre des Investissements d'avenir et des Très Grandes Infrastructures de Recherche (critères auxquels répondent les cohortes mentionnées ci-avant). Cet accompagnement avait notamment pour objectif de favoriser la mutualisation entre cohortes, par la mise en place de projets reposant sur la mise en commun de moyens et de compétences.

L'équipe « Générations et Santé », porteur du projet, a la responsabilité scientifique des études de cohortes E3N (*cf.* partie 1., section Matériel et Méthodes) et E4N (*cf.* partie 1.3., section Matériel et Méthodes). Un questionnaire alimentaire (*cf.* partie 2. Section Matériels et Méthodes) a déjà été déployé à deux reprises dans l'étude E3N démarrée en 1990 et constituée de 98 995 femmes à l'inclusion. Les femmes E3N ont estimé le temps de remplissage de ce questionnaire très complet (estimation des consommations de 208 aliments et boissons) à deux heures en moyenne. De plus, ce questionnaire déployé pour la première fois en 1993 est adapté au régime traditionnel français et ne prend pas en compte l'alimentation moderne (produits transformés et aliments issus de la restauration rapide par exemple). Pour l'étude E4N qui inclura notamment les enfants et petits-enfants biologiques des femmes E3N, l'équipe « Générations et Santé » a donc souhaité développer un questionnaire adapté à l'alimentation moderne, à la fois court

(temps de remplissage entre 15 et 30 minutes) et suffisamment précis pour répondre aux objectifs scientifiques d'E4N.

2.2.2. Outil de recueil alimentaire souhaité

Les questionnaires de fréquence alimentaire sont largement utilisés dans les études épidémiologiques (*cf.* partie 2.1.1., section Introduction). Dans le cadre du projet de conception et de validation d'un questionnaire alimentaire court, pour répondre aux attentes spécifiques des études, et également permettre la comparabilité entre elles, il a été fait le choix de l'utilisation d'un questionnaire de fréquence alimentaire possédant un socle de questions communes à l'ensemble des populations, auquel pourrait s'ajouter si besoin un module court de questions spécifiques à la population concernée par l'administration du questionnaire (pour des questions de recherche propres à chaque étude, 10 questions maximum). Les questions communes à l'ensemble des groupes de population ont pour objectif d'estimer correctement *a minima* l'apport énergétique total des individus, de les classer correctement selon leurs consommations alimentaires et nutritionnelles, et de mettre en place des profils alimentaires (*cf.* partie 2.3., section Introduction) qui soient en accord avec la réalité.

Dans la littérature, cinq FFQs « courts »⁸⁶⁻⁸⁸ (≤ 50 items) ont déjà été validés pour la population française adulte. Parmi ceux-ci, le questionnaire développé par Barrat *et al.*⁸⁶ se réfère aux consommations de la semaine précédente, celui développé par Vercambre *et al.*⁸⁸ a été conçu à partir d'hypothèses spécifiques en termes de nutriments (l'accent a été mis sur cinq nutriments souvent connus pour être en déficit dans la population féminine française), un tiers des items du FFQ développé par Giovannelli *et al.*⁸⁷ n'ont pas été validés et deux questionnaires ont été développés dans le cadre de la prévention des maladies cardiovasculaires^{89;90}. Par conséquent, ces questionnaires ne répondant pas à notre objectif d'évaluer l'alimentation moyenne des individus, sur l'année écoulée, la création d'un nouveau questionnaire s'est donc avérée nécessaire. Il a fallu que cet outil soit suffisamment précis et de qualité, tout en étant à la fois facile et rapide d'utilisation pour les participants. Il s'est agi de trouver un compromis adéquat entre la précision de l'outil et son acceptabilité. Il doit désormais être validé dans les différents groupes de population française, avant d'être administré à grande échelle⁹¹.

2.2.3. Intérêt de l'obtention d'un outil de recueil alimentaire commun, à l'échelle nationale

Si la validation de ce questionnaire s'avère satisfaisante dans chaque groupe de population concerné, ce **projet novateur de mutualisation** permettra **l'utilisation d'un outil unique et commun à tous les professionnels de santé et chercheurs**, en France. Il aura pour but de décrire et comparer efficacement l'alimentation de différents groupes de population.

2.3. Les profils alimentaires : vers une approche globale de l'alimentation

Lors des débuts de l'approche analytique en épidémiologie nutritionnelle, les apports en aliments et nutriments étaient considérés de manière isolée. Or, en se focalisant sur le rôle d'un seul nutriment, les interactions potentielles entre nutriments (par exemple l'augmentation de l'absorption du fer en présence de vitamine C) ne sont pas prises en compte. De plus, du fait de niveaux de corrélation élevés entre certains nutriments (comme le potassium et le magnésium par exemple), l'analyse de leurs effets spécifiques est rendue complexe. En se focalisant sur le rôle d'un seul aliment ou d'un groupe d'aliments, la complexité de l'alimentation peut déjà être mieux appréhendée. Cependant, certains problèmes décrits précédemment persistent. On sait par exemple que la consommation de céréales est inversement associée à celle de viandes, et positivement associée à celle de légumes, de fruits et de poissons. Par conséquent, si l'on considère que la consommation de céréales est associée à une diminution du risque d'une maladie chronique, il est alors difficile de s'assurer que la relation observée n'est pas le reflet de la relation avec la consommation de viande rouge ou de fruits et légumes. Même si l'ajustement statistique (sur d'autres aliments ou certains nutriments) peut pallier en partie ce problème, sa pertinence peut être remise en cause lorsque les aliments sont fortement corrélés.

Au vu de ces éléments, au cours des dernières années, une nouvelle approche basée sur la caractérisation de **profils alimentaires** a été proposée^{92,93}. Cette approche permet de considérer l'alimentation de manière macroscopique et de mieux appréhender la multicolinéarité des nutriments et des aliments. En effet, nous ne consommons pas des nutriments ou des aliments de manière isolée, mais des repas composés d'une variété d'aliments, eux-mêmes composés d'une variété de nutriments, pouvant tous interagir de manière complexe les uns avec les autres, et présenter des effets interactifs ou synergiques⁹⁴.

D'un point de vue de santé publique, l'approche des profils alimentaires présente également un intérêt. En effet, il est plus facile pour l'ensemble de la population de mettre en application des recommandations nutritionnelles basées sur des comportements alimentaires plutôt que sur des aliments ou nutriments spécifiques. Les recommandations brésiliennes⁹⁵, tout comme les recommandations du PNNS en France⁵, s'inspirent par exemple déjà de cette notion de profils alimentaires, en préconisant une alimentation variée, riche en fruits et légumes et faible en produits sucrés et salés.

D'un point de vue statistique, deux types de méthodes sont utilisées dans la littérature pour identifier des profils alimentaires : les méthodes dites « *a priori* » et celles dites « *a posteriori* ».

2.3.1. Méthodes employées pour la caractérisation des profils alimentaires

2.3.1.1. Méthodes a priori

Les méthodes *a priori* évaluent l'adhésion des populations aux recommandations nutritionnelles, telles que celles du PNNS en France par exemple, et/ou à un type d'alimentation reconnu pour être particulièrement bénéfique pour la santé, comme le régime méditerranéen. Ces méthodes reposent sur **l'élaboration de scores**^{96;97} pour lesquels des points sont attribués à chaque personne en fonction de la cohérence de ses apports vis-à-vis des recommandations et/ou du profil alimentaire de référence choisi.

Les limites principales de ce type d'approche résident dans les incertitudes liées au choix des variables à utiliser et aux seuils définissant les niveaux de consommation, ainsi que dans le fait qu'un poids relatif arbitraire soit affecté à chaque groupe alimentaire^{94;98}. L'utilisation de ce type de score de qualité alimentaire est également critiquable lorsqu'elle s'appuie sur des scores établis à partir de recommandations qui n'ont pas obtenu de consensus scientifique.

2.3.1.2. Méthodes a posteriori

Les méthodes *a posteriori* utilisent des techniques statistiques spécifiques pour produire des profils à partir de données recueillies lors d'enquêtes alimentaires⁹⁹.

L'analyse en composantes principales, l'analyse factorielle et l'analyse en cluster sont les techniques statistiques les plus employées. L'objectif des analyses en composantes principales et factorielles est de transformer un large ensemble de variables corrélées en un ensemble plus petit de variables indépendantes, appelées « composantes principales » ou « facteurs ». Ces nouvelles variables sont des combinaisons linéaires des variables initiales et sont dérivées par ordre décroissant d'importance, de telle sorte que le premier composant explique la plus grande partie de la variance des données initiales, le second composant explique la plus grande partie de la variance restante, et ainsi de suite⁹⁹. L'analyse en clusters permet quant à elle de répartir les individus de la population étudiée dans des sous-groupes homogènes (« *clusters* »), sur la base de caractéristiques communes, par exemple la fréquence de consommation de certains aliments ou la contribution relative d'aliments spécifiques à l'apport énergétique total⁹⁴. Les membres d'un cluster ont des comportements alimentaires proches qui les distinguent des membres des autres clusters.

Alors que les analyses en cluster permettent d'obtenir des profils alimentaires mutuellement exclusifs (chaque individu est associé à un seul profil alimentaire), ce n'est pas le cas des analyses en composantes principales ou factorielles où chaque individu se verra attribuer un score d'adhésion à l'ensemble des profils alimentaires obtenus au cours de l'analyse.

2.3.2. Les principaux profils alimentaires décrits dans la littérature

En ce qui concerne les méthodes *a priori*, plusieurs index sont souvent cités dans la littérature **à l'échelle internationale**. Le *Healthy Eating Index* (HEI)¹⁰⁰ mesure pour un individu son degré d'adhésion aux recommandations établies par le Département américain de l'Agriculture et prend en compte cinq composantes : l'apport en graisses totales, graisses saturées, cholestérol, sodium et un indice de variété alimentaire. Le *Diet Quality Index* (DQI)¹⁰¹ explore quant à lui la conformité de l'alimentation à celle recommandée par le comité « *Diet and Health* ». Le *WCRF/AICR score*¹⁰² est un score d'adhésion aux recommandations établies en prévention primaire* des cancers, par le WCRF (*World Cancer Research Fund*).

À l'échelle européenne, le *Mediterranean Diet Score* (MDS) est un des scores souvent employé afin de mesurer le degré d'adhésion des individus à une alimentation de type méditerranéenne¹⁰³.

À l'échelle nationale, deux scores *a priori* ont été établis en lien avec le PNNS : le *Fsipo*¹⁰⁴ (*French score of indicators of the PNNS objectives*) qui repose sur les objectifs de santé publique du PNNS, incluant des éléments relatifs à l'état nutritionnel, ainsi que le *PNNS-GS*¹⁰⁵ (*PNNS Guideline score*) qui repose uniquement sur les repères de consommation alimentaire du PNNS, tout en intégrant l'activité physique et la balance énergétique.

En ce qui concerne les méthodes *a posteriori*, les deux principaux profils alimentaires retrouvés dans la littérature sont le profil non favorable à la santé/occidental et le profil favorable à la santé/prudent/méditerranéen. Le profil occidental est caractérisé par une forte consommation de graisses, de viandes et de céréales raffinées¹⁰⁶. Le profil méditerranéen est quant à lui caractérisé par une faible consommation de graisses et une forte consommation de fruits, légumes et céréales complètes¹⁰⁷. D'autres profils, tels que le profil traditionnel, caractérisé par une forte consommation d'aliments issus de l'alimentation traditionnelle du lieu concerné, ou le profil « *drinker* », caractérisé par une consommation élevée de boissons alcoolisées, ont également été décrits dans la littérature^{106;108}.

3. Épidémiologie des cancers

Le terme « **cancer** » ne s'applique pas à une maladie, mais bien à un ensemble de maladies différentes. Près de 200 types de cancer différents existent¹⁰⁹. Cependant ils résultent tous d'un processus biologique commun de croissance incontrôlée de cellules anormales.

3.1. Processus biologique

L'être humain est constitué de milliards de cellules qui se développent, remplissent une fonction puis meurent de façon programmée. Un cancer survient à partir d'une cellule normale altérée par un certain nombre d'anomalies, de mutations, qui ne sont pas réparées par les processus habituels. Ces mutations sont dues au hasard ou à l'exposition à des facteurs de risque (virus, substances naturelles ou chimiques, rayonnements, facteurs liés au mode vie, etc.). À l'heure actuelle, trois catégories de gènes qui, une fois altérés par des mutations, peuvent participer à l'apparition du processus de cancérisation, ont été identifiées¹¹⁰. Ce sont :

- les « proto-oncogènes ». Ils ont pour rôle de favoriser la prolifération normale des cellules. Une mutation sur ces gènes peut entraîner une activation de leur fonctionnement et une stimulation anormale de la prolifération cellulaire.
- les gènes « suppresseurs de tumeur ». Ils ont pour rôle de freiner la prolifération anormale des cellules. Une mutation sur ces gènes peut entraîner une inactivation ou une diminution de leur fonctionnement, ce qui aboutit aussi à une stimulation anormale de la prolifération cellulaire.
- des gènes qui permettent à la cellule de réparer son ADN lorsqu'il est endommagé.

Au fur et à mesure des mutations, des anomalies peuvent se produire ; la cellule devient anormale et, si elle n'est pas détruite par l'ensemble des mécanismes de défense de l'organisme (que forme le système immunitaire) ou par le mécanisme physiologique d'apoptose (ou mort programmée de la cellule), celle-ci se multiplie pour former une tumeur. Une tumeur est une masse de cellules qui peuvent être cancéreuses (tumeurs malignes, multiplication cellulaire échappant aux mécanismes de contrôle) ou non (tumeurs bénignes, multiplication cellulaire contrôlée). Le propre des tumeurs malignes est qu'elles vont envahir les tissus et organes voisins et disséminer, contrairement aux tumeurs bénignes. Ainsi, le processus de cancérisation s'accompagne d'une augmentation de l'angiogenèse (formation de nouveaux vaisseaux sanguins qui apportent les nutriments et l'oxygène nécessaires à la croissance de la tumeur) et d'une perte du contrôle apoptotique (mort cellulaire programmée). Une dédifférenciation histologique

est également observée : les cellules perdent anormalement certains caractères propres à leur différenciation cellulaire.

Différentes étapes ont été identifiées dans le développement d'un cancer : l'initiation, la promotion et la progression. Au cours de la première étape, une mutation majeure de l'ADN (acide désoxyribonucléique) se transmet de façon irréversible de cellule en cellule lors de la division cellulaire et peut persister dans l'organisme pendant de nombreuses années à l'état latent. C'est ainsi que le développement d'un cancer est un processus long, qui peut prendre jusqu'à plusieurs dizaines d'années avant d'atteindre un seuil cliniquement détectable. Lors de la deuxième étape, d'autres altérations ont lieu au niveau des cellules de la lignée de la cellule initiée et aboutissent à la prolifération excessive de cellules transformées et différenciées, c'est-à-dire ayant conservé les caractéristiques du tissu d'origine. Si cette prolifération contient des cellules moins différenciées, susceptibles de se transformer en cellules cancéreuses, on parlera alors de lésion précancéreuse. Lors de la troisième étape, les cellules précancéreuses acquièrent les caractéristiques d'une cellule cancéreuse en se multipliant de façon anarchique, en échappant au processus de mort programmée dit d'apoptose et en perdant, en partie, leur caractère différencié, formant alors une tumeur maligne *in situ*. On parlera par la suite de tumeur maligne invasive, si les tissus voisins sont contaminés et de métastases, si les cellules cancéreuses passent dans le sang et la lymphe, pour aller infecter des tissus plus lointains.

Toutes les cellules cancéreuses ne donneront pas des cancers menaçant l'organisme. Le cancer ne se développera que si les défenses immunitaires de l'organisme et le processus d'apoptose se trouvent débordés.

3.2. Classification des cancers

Une des classifications retenues pour distinguer les types de cancer est celle énoncée ci-après. Elle est basée sur l'histologie des cancers, c'est-à-dire la nature du tissu dans lequel ils se développent. Elle distingue ainsi trois types de cancer :

- **les carcinomes** pour lesquels les cellules cancéreuses apparaissent dans un épithélium, c'est-à-dire un tissu recouvrant les surfaces internes (tissu de revêtement des organes) ou externes (épiderme par exemple) de l'organisme. Dans cette famille, on distingue les adénocarcinomes qui se développent à partir de l'épithélium d'une glande telle que le sein ou la prostate.
- **les sarcomes** pour lesquels les cellules cancéreuses apparaissent dans un tissu « de support » comme les os, la graisse ou les muscles.

- **les cancers hématopoïétiques** (ex : leucémies et lymphomes) pour lesquels le cancer affecte le sang ou les organes lymphoïdes, organes dans lesquels certaines cellules du sang acquièrent leur fonction.

3.3. Incidence et mortalité liées au cancer

3.3.1. Incidence et mortalité liées au cancer dans le monde

À l'échelle mondiale, on estime le nombre de nouveaux cas de cancer survenus en 2012 à 14,1 millions et le nombre de décès liés au cancer à 8,2 millions, par rapport à 12,7 millions et 7,6 millions en 2008, respectivement¹¹¹. De fortes disparités entre les pays existent, avec des taux d'incidence des cancers, standardisés sur la structure d'âge de la population mondiale, plus élevés dans les pays industrialisés que dans les pays émergents (**Figure 7**). Ces fortes disparités s'expliquent majoritairement par des différences de mode de vie et par un accès aux méthodes diagnostiques plus élevé dans les pays industrialisés. Par ailleurs, les taux de mortalité se rapprochent davantage des taux d'incidence dans les pays émergents que dans les pays industrialisés, du fait notamment d'un accès plus restreint aux traitements dans ces pays-là¹¹².

À l'échelle mondiale, les projections fondées sur des estimations¹¹¹ anticipent une augmentation substantielle de 19,3 millions de nouveaux cas de cancer par an d'ici à 2025 en raison de la croissance démographique et du vieillissement de la population. En 2012, plus de la moitié de tous les cancers (56,8%) et des décès par cancer (64,9%) étaient enregistrés dans les régions les moins développées du monde. Ces proportions augmenteront encore d'ici 2025.

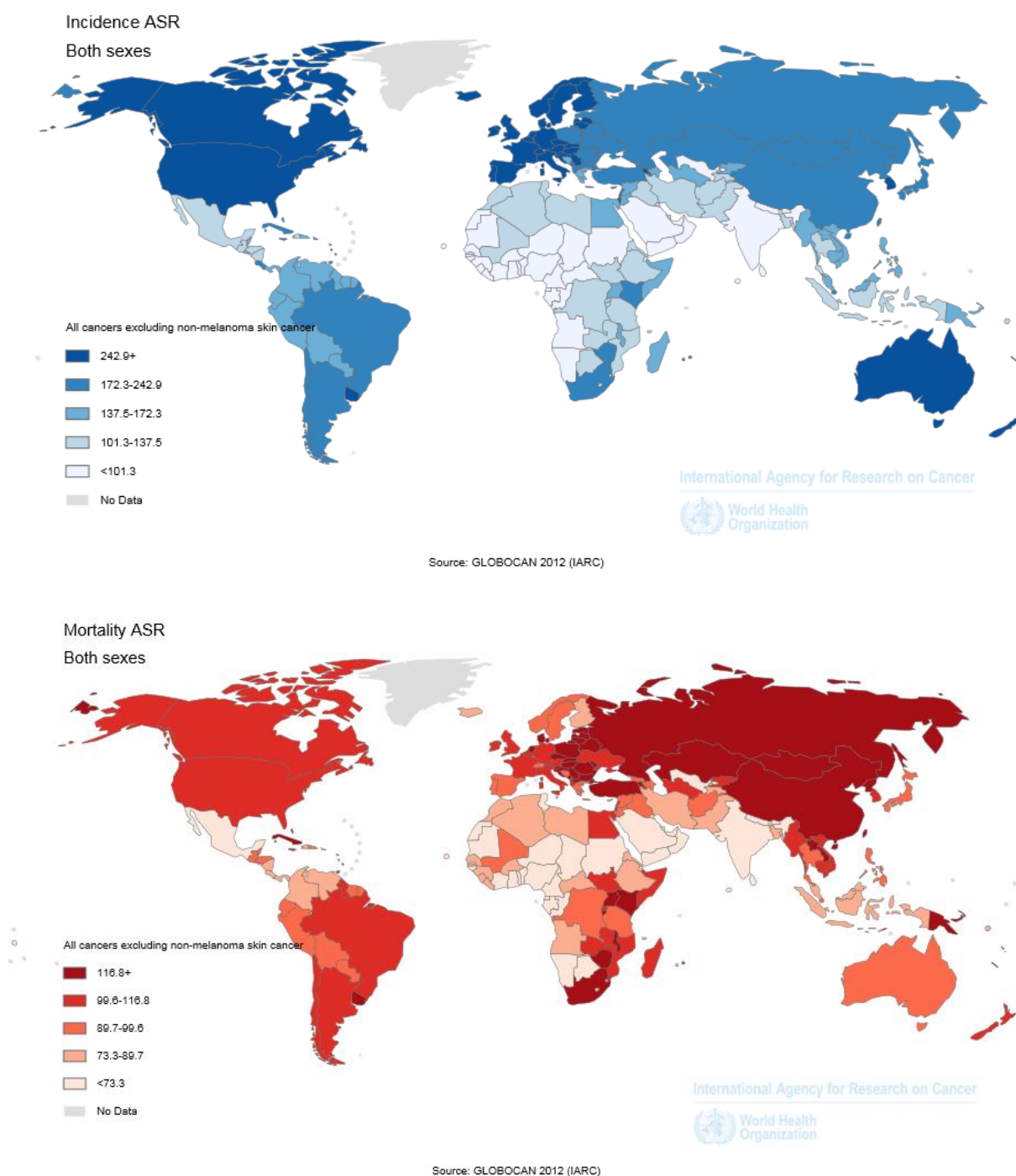


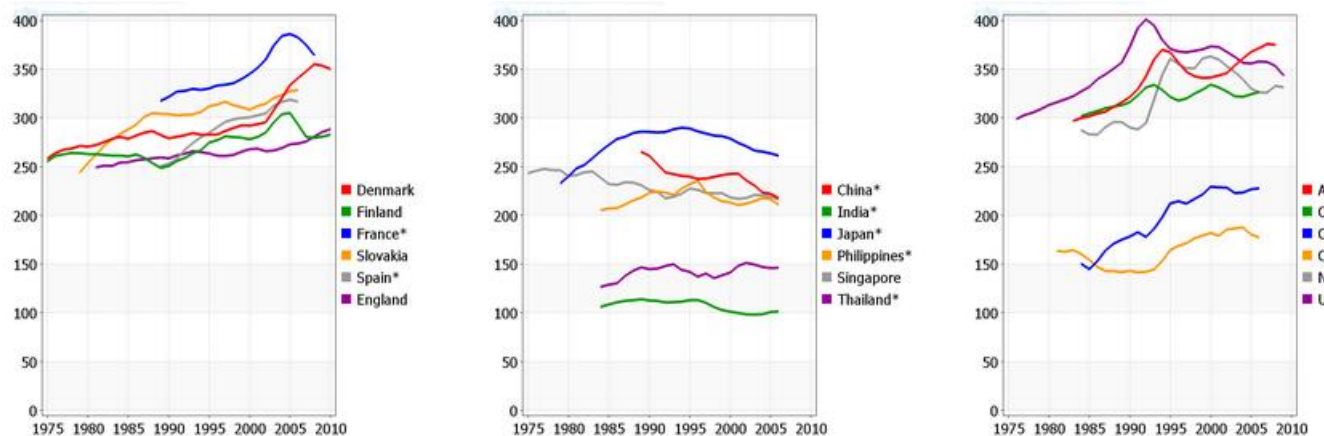
Figure 7 : Taux d'incidence et de mortalité pour 100 000 individus, standardisés sur la structure d'âge de la population mondiale, pour le cancer, toutes localisations confondues, en 2012, d'après Ferlay et *al.*¹¹¹.

NB : Les taux d'incidence et de mortalité (nombre de cas pour 100 000 personnes/an) présentés ici et dans la suite de ce manuscrit sont standardisés sur la structure d'âge de la population mondiale, permettant des comparaisons entre pays ou dans le temps en s'affranchissant des particularités des populations nationales, notamment leur augmentation et leur vieillissement.

3.3.2. Incidence et mortalité liées au cancer en France

Le taux d'incidence du cancer en France, standardisé sur la structure d'âge de la population mondiale, est parmi les plus élevés d'Europe et du monde (**Figure 8**).

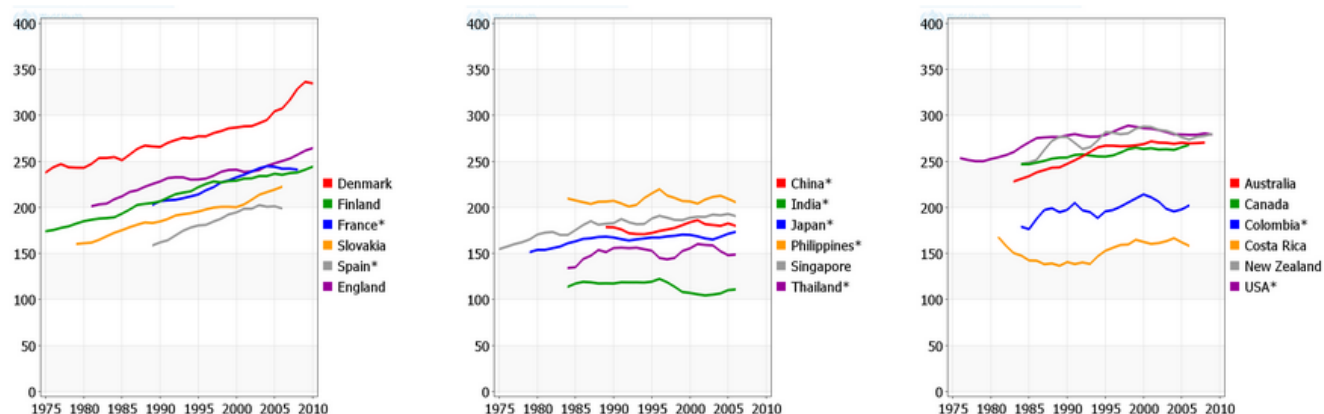
a.



*Regional data

*Regional data

*Regional data



*Regional data

*Regional data

*Regional data

b.

Figure 8 : Évolution du taux d'incidence des cancers toutes localisations confondues, pour 100 000 individus (hommes, figure a, et femmes, figure b) entre 1975 et 2010, standardisé sur la structure d'âge de la population mondiale, pour certains pays d'Europe (à gauche), d'Asie (au milieu) et d'Amérique et d'Océanie (à droite) d'après Ferlay et al.¹¹¹.

En France métropolitaine, en 2015, on estimait à 385 000 le nombre de nouveaux cas de cancer (211 000 chez les hommes et 174 000 chez les femmes) et à près de 149 500 le nombre de décès par cancer (84 100 chez les hommes et 65 400 chez les femmes)¹¹³.

On assiste à une baisse du taux d'incidence des cancers chez les hommes (- 1,3 % par an entre 2005 et 2012), liée en partie à une diminution du nombre de cancers de la prostate. Chez les femmes, la progression du taux d'incidence ralentit (+ 0,2 % par an) du fait de la baisse du nombre de cancers du sein (**Figure 9a**). En termes de mortalité, celle-ci a diminué de 1,5 % par an chez les hommes et de 1 % par an chez les femmes entre 1980 et 2012 (**Figure 9b**). Cette baisse est à mettre en relation avec des diagnostics plus précoces, des traitements plus efficaces et la diminution globale du risque de mourir d'un cancer. Cependant, dans notre pays, le cancer (toutes localisations confondues) reste la première cause de décès.

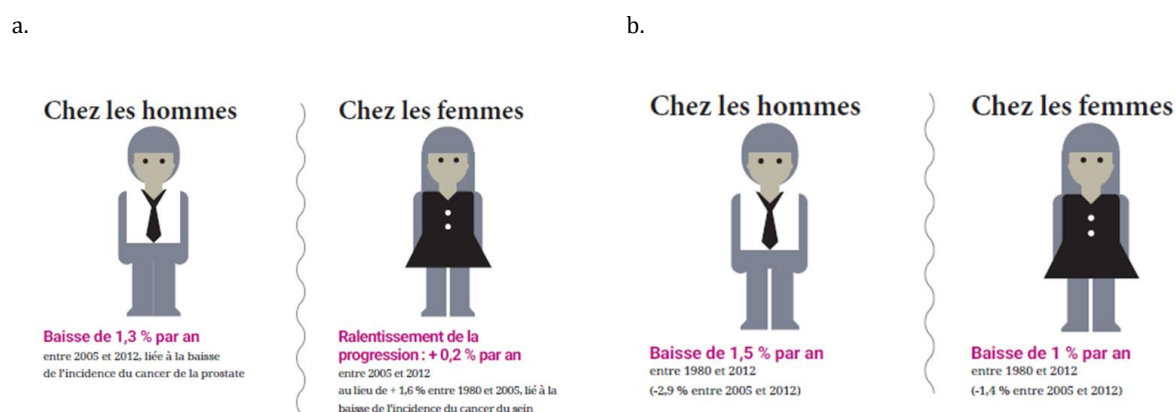


Figure 9 : Évolution des taux d'incidence (a) et de mortalité (b) standardisés sur la structure d'âge de la population mondiale, des cancers en France entre 2005 et 2012, d'après un rapport de l'INCa¹¹³.

Comme indiqué sur la **Figure 10**, les cancers les plus fréquents en France sont, par ordre de fréquence, ceux de la prostate, du poumon et du côlon-rectum chez les hommes et ceux du sein, du côlon-rectum et du poumon chez les femmes. En termes de mortalité, le cancer du poumon est au premier rang des décès chez les hommes, devant le cancer colorectal et celui de la prostate. Chez les femmes, le cancer du poumon est la deuxième cause de décès par cancer, juste après le cancer du sein et avant le cancer colorectal. Il est important de souligner que le pronostic est largement variable d'une localisation à une autre, le cancer du sein ayant par exemple un pronostic particulièrement favorable (rapport mortalité/incidence de l'ordre de 22% en 2005¹¹⁴) contrairement au cancer du poumon dont le pronostic est très sévère.

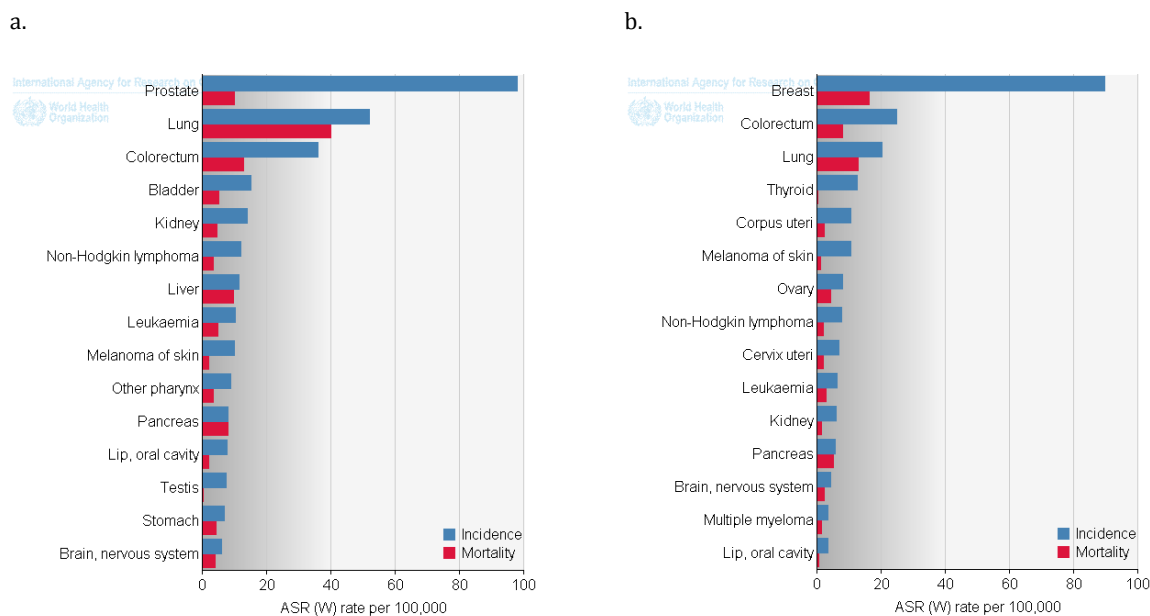


Figure 10 : Taux d'incidence et de mortalité par cancer, standardisés sur la structure d'âge de la population mondiale, pour 100 000 individus (a. hommes, b. femmes) en 2012, en France métropolitaine, d'après Ferlay *et al.*¹¹¹.

3.4. Le cancer du sein, premier cancer chez la femme en France

Un cancer du sein est une tumeur maligne qui se développe au niveau du sein. Il existe différents types de cancer du sein selon les cellules à partir desquelles ils se développent. Les cancers du sein les plus fréquents (95 %) sont des adénocarcinomes, qui se développent à partir des cellules épithéliales de la glande mammaire. Comme évoqué précédemment, le cancer du sein est **le cancer le plus fréquent et la première cause de décès par cancer** chez la femme, en France.

3.4.1. Épidémiologie descriptive du cancer du sein

En France, en 2012, le nombre de nouveaux cas de cancer du sein diagnostiqués était estimé à 49 000, représentant ainsi 31 % des cancers diagnostiqués chez les femmes¹¹⁵. L'incidence de ce cancer a quasiment doublé entre 1980 et 2005 et est désormais en diminution depuis 2005 (**Figure 11**). Parmi les facteurs susceptibles d'expliquer cette baisse, la saturation du dépistage et la diminution rapide de la prescription des traitements hormonaux de la ménopause ont été avancés¹¹⁶. En comparaison avec les autres pays européens, la France fait partie des pays à fort taux d'incidence du cancer du sein (taux standardisé à la population mondiale de 89,7 pour 100 000 femmes en 2012), avec un taux supérieur à celui estimé dans l'ensemble des pays européens (69,9 pour 100 000 femmes)¹¹⁷.

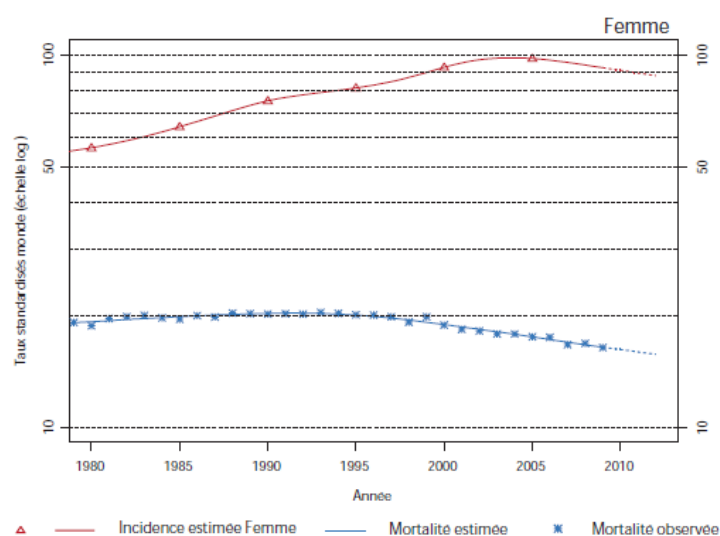


Figure 11 : Évolution de l'incidence et de la mortalité (taux standardisés à la population mondiale estimés) par cancer du sein en France entre 1980 et 2012, d'après un rapport de l'INCa¹¹⁸.

3.4.2. Alimentation et cancer du sein

De nombreux facteurs alimentaires ont été examinés par les experts du *World Cancer Research Fund* (WCRF) pour juger de leur lien avec le risque de survenue de cancers. En ce qui concerne le cancer du sein, **seule la consommation d'alcool** a été classée comme facteur de risque convaincant, à la fois en pré- et post- ménopause. Pour une augmentation de consommation équivalente à un verre standard d'alcool par jour (c'est-à-dire 10g d'éthanol par jour), le risque de cancer du sein augmente de 7 à 15% selon les caractéristiques d'hormonosensibilité des tumeurs¹¹⁹.

Les rapports du WCRF ne concernent pas, pour le moment, les profils alimentaires. Des revues de la littérature s'intéressant au sujet ont montré que des profils alimentaires « sains » (riches en fruits, légumes, céréales complètes,...), définis *a posteriori*, étaient associés à une diminution de risque de survenue de cancer du sein, de l'ordre d'environ 10%^{108;120;121}. Des scores d'alimentation saine ou méditerranéenne définis *a priori* ont également été montrés comme étant associés à un risque diminué de cancer du sein, plus marqué en post-ménopause^{121;122} alors qu'aucune association n'a été mise en évidence pour des régimes décrits comme « occidentaux » ou « non favorables à la santé »¹²⁰. Aucune association n'a non plus été mise en évidence en ce qui concerne des profils dits traditionnels, probablement du fait de l'hétérogénéité des alimentations traditionnelles à l'échelle internationale¹⁰⁸. En adéquation avec ce qui a été montré pour la consommation d'alcool, des profils alimentaires caractérisés par

une forte consommation d'alcool ont été trouvés associés positivement à la survenue de cancer du sein¹⁰⁸.

3.4.3. Mode de vie (hors alimentation) et cancer du sein

Au-delà de l'alimentation, plusieurs facteurs liés au mode vie sont associés au risque de survenue de cancer du sein, notamment des **facteurs anthropométriques**. La taille à l'âge adulte est associée à une augmentation du risque probable avant la ménopause, et convaincante après la ménopause¹²³. Un gros poids de naissance est également associé au risque de cancer du sein, de façon probable, avant la ménopause¹²³. Quant au surpoids, il est classé par le WCRF comme étant un facteur protecteur avant la ménopause et un facteur de risque après la ménopause^{123;124}.

En ce qui concerne la pratique d'activité physique, elle est reconnue comme étant associée à une diminution du risque de cancer du sein avec un niveau de preuve probable, après la ménopause, et un niveau de preuve plus limité avant la ménopause¹²⁵.

Selon des études récentes, **le tabagisme actif** serait associé à une augmentation de risque du cancer du sein^{126;127} alors que les résultats concernant le tabagisme passif sont plus controversés^{126;128}.

D'autres facteurs environnementaux comme les rayons X et gamma sont des cancérogènes avérés vis-à-vis du cancer du sein. Le travail de nuit est lui, considéré comme cancérogène probable¹²⁹.

3.4.4. Autres facteurs associés au cancer du sein

Outre le mode de vie, de nombreux facteurs de risque de cancer du sein ont déjà été identifiés^{130;131}.

3.4.4.1. Facteurs hormonaux et reproductifs

Durée de la vie reproductive

La durée de la vie reproductive, des premières règles (ménarche) à la fin de l'activité ovarienne (ménopause), est associée au risque de cancer du sein. Un âge à la ménarche avancé d'une année est associé à une augmentation de risque de 5 % et chaque année supplémentaire d'âge à la ménopause est associée à une augmentation de risque de 3 %¹³².

Contraception orale

La prise de contraceptifs oraux est associée à une légère augmentation du risque de cancer du sein. Cette augmentation de risque, de l'ordre de 20% chez les utilisatrices, s'atténue toutefois après l'arrêt du traitement, pour atteindre dix ans après un niveau similaire à celui de femmes n'ayant jamais utilisé de combinaison œstroprogestative^{133;134}. Ni la durée d'utilisation de la pilule, ni le type d'hormones (estrogènes ou progestatifs) ne semblent moduler le risque de cancer du sein. En revanche, les femmes ayant commencé l'utilisation tôt (avant 20 ans) semblent avoir un risque de cancer du sein plus important.

Âge au premier enfant

Un âge jeune à la première grossesse est associé à une diminution de risque de cancer du sein. Le risque est diminué de 3% à chaque diminution d'un an de l'âge à la première grossesse. En revanche, le risque de cancer du sein est augmenté chez les femmes ayant une première grossesse au-delà de 30 ans, par comparaison à des femmes ayant eu une première grossesse menée à terme tôt, mais également à des femmes n'ayant jamais eu d'enfant^{135;136}. Or, comme détaillé ci-après le fait de ne pas avoir d'enfant est déjà en soi un facteur de risque de cancer du sein.

Nombre d'enfants

Une femme ayant eu au moins un enfant a un risque réduit de cancer du sein de 25% par rapport à une femme nullipare¹³⁰. À âge égal à la première grossesse, le risque diminue de 7% pour chaque nouvelle naissance¹³⁵. Cependant, la relation entre grossesse et cancer du sein est complexe. Le risque est d'abord augmenté pendant les années suivant la grossesse, avec un pic de risque 5 ou 10 ans après la grossesse, dépendant du rang de celle-ci. Le risque diminue par la suite jusqu'à conférer un effet protecteur à la grossesse, sur le long terme¹³⁰.

Allaitement

La durée de l'allaitement est associée à une réduction du risque de cancer du sein, et ceci n'est pas seulement dû au fait qu'une durée totale d'allaitement plus longue soit liée à un âge précoce au premier enfant. Une diminution de risque de 4,5% par année d'allaitement a ainsi été observée, à nombre d'enfants égal¹³⁵.

Traitement hormonal de la ménopause

Les traitements hormonaux de la ménopause de type œstroprogestatif associant œstrogènes et progestatifs de synthèse sont considérés avec un niveau de preuve suffisant comme des facteurs de risque pour le cancer du sein¹³⁷. Cette augmentation de risque s'observe dans les cinq premières années suivant le début du traitement et augmente avec la durée d'utilisation.

Pour des traitements longs, l'effet délétère persisterait plus de cinq ans après la fin du traitement¹³⁸.

3.4.4.2. Âge

En France, l'**âge** médian au diagnostic était estimé en 2012 à 63 ans¹¹⁷. L'incidence du cancer du sein augmente avec l'âge. Les taux d'incidence passent ainsi de 0,9 cas pour 100 000 personnes-années entre 20 et 24 ans, à 228,1 cas pour 100 000 personnes-années entre 45 et 49 ans, pour atteindre un pic à 386,1 cas pour 100 000 personnes-années entre 65 et 69 ans, et finalement se stabiliser au-delà de 70 ans¹³⁹.

3.4.4.3. Antécédents familiaux

La présence d'antécédents familiaux de cancer du sein est un des facteurs de risque majeurs de cancer du sein, d'autant plus si le cancer du sein a été diagnostiqué à un âge jeune chez les membres de la famille concernés. Le risque d'être atteint d'un cancer du sein est environ deux fois plus élevé lorsqu'une parente au premier degré (mère, sœur ou fille) en est atteinte et environ quatre fois plus élevé lorsque trois parentes ou plus en sont atteintes¹³³.

Près de 20 à 30 % des cancers du sein se manifestent chez des femmes ayant des antécédents familiaux de cancer du sein. Une partie de ce risque associé aux antécédents familiaux s'explique par des mutations génétiques déjà identifiées.

3.4.4.4. Facteurs génétiques

Seule une petite partie des cancers du sein, 5 à 10%, sont attribuables à une **mutation génétique**. Les mutations les plus documentées dans la littérature sont celles des gènes BRCA1 et BRCA2. À 70 ans, les femmes porteuses d'une mutation BRCA1 ont un risque cumulé de 65% de développer un cancer du sein et celles porteuses d'une mutation BRCA2, un risque cumulé de 45%¹⁴⁰.

3.4.4.5. Densité mammaire

La densité mammaire ne peut être déterminée qu'à la suite d'une mammographie et correspond à la proportion de tissu glandulaire et conjonctif dans le sein par rapport au tissu adipeux. Des seins denses, présentant moins de tissu adipeux en proportion, sont associés à une augmentation de risque de cancer du sein¹⁴¹. Les femmes ayant une densité mammaire supérieure à 75% ont un risque jusqu'à cinq fois supérieur à celles ayant une densité mammaire de moins de 10%¹⁴².

3.4.4.6. Antécédents personnels de maladie bénigne du sein

Les antécédents personnels de maladie bénigne du sein sont associés à une augmentation de risque de cancer du sein¹³⁰. Cette augmentation de risque dépend du type de maladie bénigne

considéré¹⁴³. Les kystes, par exemple, sont fréquents mais ne sont généralement pas accompagnés de foyers prolifératifs et ne sont donc pas associés à un risque accru de cancer du sein, alors que les lésions prolifératives dites atypiques, multiplient quant à elles le risque de cancer du sein par quatre environ¹⁴⁴.

3.5. Mode de vie et survenue de cancer, hors cancer du sein

L'adoption d'une **alimentation** conforme aux recommandations de santé publique, la pratique d'une **activité physique** suffisante et le maintien d'une **corpulence normale** pourraient réduire d'environ un tiers l'incidence des cancers les plus fréquents¹. La dernière mise à jour du WCRF en matière de mode de vie et survenue de cancer a fait l'objet d'une synthèse visuelle présentée ci-après (**Figure 12**). En rouge et rosé y apparaissent les facteurs associés à une augmentation de risque de cancer alors que les facteurs associés à une diminution de risque sont indiqués en vert. La nuance de couleurs permet de différencier des facteurs pour lesquels l'association est jugée convaincante (foncé) ou probable (clair). À titre d'exemple, les compléments de bêta-carotène sont ainsi associés à une augmentation de risque de cancer du poumon chez les fumeurs et l'association est jugée convaincante (rouge foncé) alors que les régimes alimentaires riches en calcium sont associés à une diminution de risque de cancer colorectal, mais l'association est jugée seulement probable (vert clair). Le gris foncé indique qu'il est peu probable qu'il y ait une quelconque association entre le facteur de risque et le cancer étudiés (exemple du café et du cancer du pancréas).

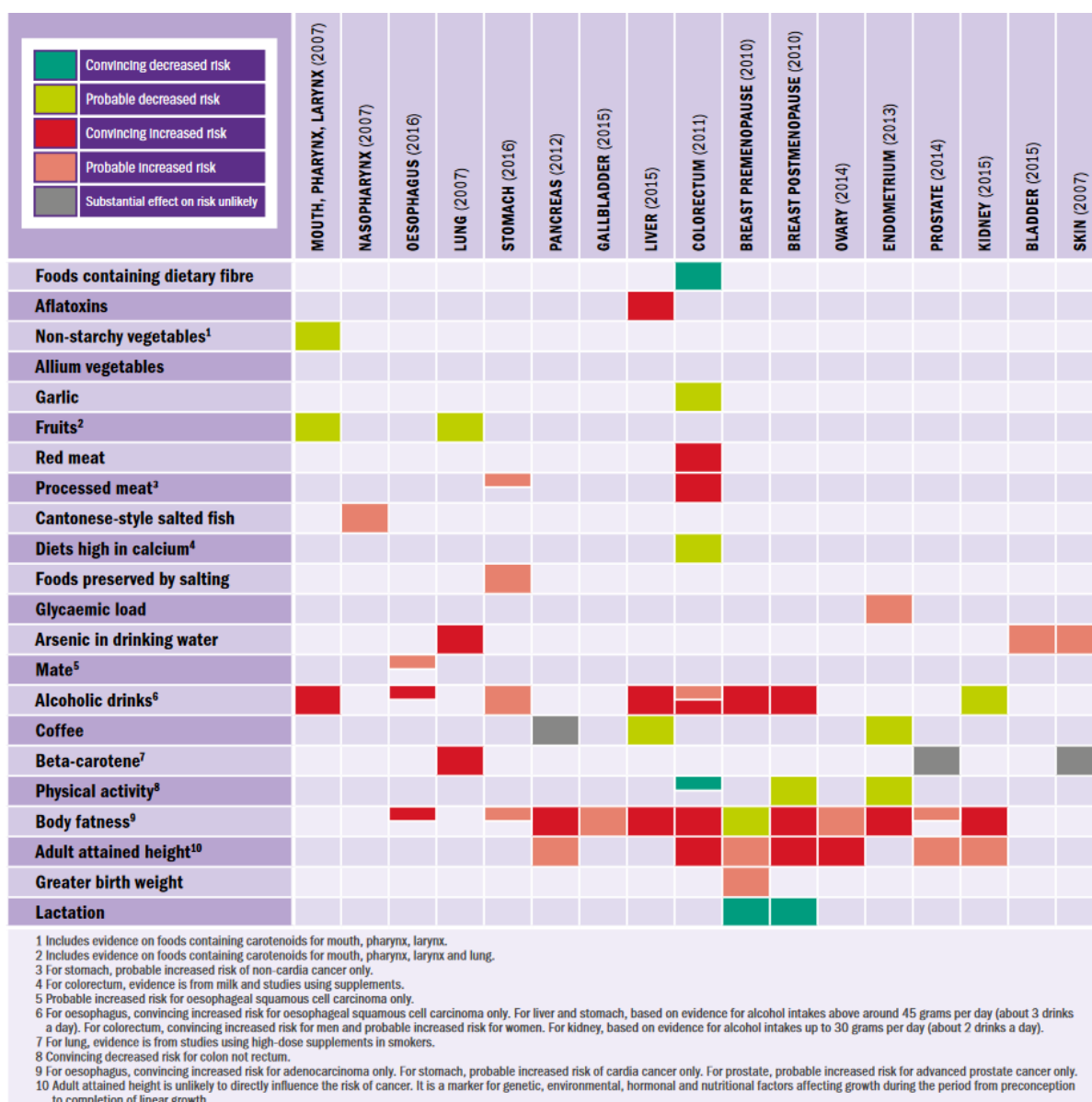


Figure 12 : Synthèse des résultats du WCRF en matière d’associations entre nutrition et cancer, d’après un rapport du WCRF¹.

3.5.1. Alimentation et survenue de cancer, hors cancer du sein

En termes d’alimentation et de cancer, il est important de souligner que même si des associations ont été mises en évidence, le cancer étant une maladie multifactorielle, aucun aliment à lui seul ne peut empêcher le développement de cette pathologie.

D’après le WCRF (Figure 12), les aliments ou composés associés de manière convaincante à une augmentation de risque de cancer sont les suivants : les aflatoxines pour le cancer du foie, la viande rouge et les charcuteries pour le cancer colorectal, l’arsenic quand présente dans l’eau potable pour le cancer du poumon et les boissons alcoolisées pour les cancers de la bouche, du

pharynx, du larynx, de l'œsophage (seulement pour les carcinomes à cellules squameuses de l'œsophage), du foie, de l'estomac et du côlon et du rectum (seulement chez les hommes, niveau de preuve probable chez les femmes). La consommation d'alcool représente d'ailleurs la seconde cause de mortalité évitable par cancer, après le tabac.

En ce qui concerne la diminution de risque de cancer, seule la consommation d'aliments riches en fibres a été montrée comme étant associée de manière convaincante à une diminution de risque de cancer colorectal.

Suite à la dernière mise à jour du WCRF, les **recommandations** établies par celui-ci en termes d'alimentation sont les suivantes : éviter la consommation d'aliments très caloriques et de boissons sucrées, favoriser celle de fruits, de légumes, de céréales et légumineuses, limiter la consommation de viande rouge et éviter celle de charcuteries, ne pas boire d'alcool, diminuer sa consommation de sel et éviter la consommation de céréales et légumineuses périmés.

En termes de profils alimentaires, de nombreuses études se sont intéressées aux liens entre profils alimentaires et risque de cancer^{106;122;145;146}. Une méta-analyse a notamment porté sur la survenue de cancer colorectal¹⁴⁷. Aucune association n'y a été observée pour les régimes riches en boissons alcoolisées. Pour les cancers du côlon seulement, les régimes occidentaux étaient associés à une augmentation de risque de l'ordre de 30% et les régimes favorables à la santé à une diminution de risque de l'ordre de 20%. Aucune association n'était observée entre ces types de régime et les cancers du rectum¹⁴⁷.

3.5.2. Autres facteurs liés au mode de vie et survenue de cancer, hors cancer du sein

D'autres facteurs liés au mode de vie sont associés à la survenue de cancer. **La consommation de tabac** est le premier facteur de risque de cancers dans la population générale^{148;149}. Le tabac est un agent cancérigène puissant impliqué non seulement dans le développement du cancer du poumon mais également dans celui des leucémies myéloïdes, de cancers de l'appareil urinaire (rein, urètre, vessie), des VADS (cavité buccale, pharynx, larynx), de l'appareil digestif (œsophage, estomac, foie, colon-rectum, pancréas), du col de l'utérus ou de l'ovaire¹⁵⁰.

En ce qui concerne les facteurs recensés par le WCRF (**Figure 12**), plusieurs facteurs ont été mis en évidence avec un niveau de preuve jugé convaincant. Ainsi, **le bêta-carotène** consommé à forte dose sous forme de compléments alimentaires est associé à un sur-risque de cancer du poumon chez les fumeurs. **La corpulence** est, elle, associée positivement à la survenue de cancer de l'œsophage (les adénocarcinomes seulement), du pancréas, du foie, du côlon-rectum, de l'endomètre, du rein et **la taille à l'âge adulte** est associée de manière positive à la survenue

des cancers du côlon et des ovaires. **La pratique d'activité physique** a été identifiée comme facteur protecteur pour le cancer du côlon.

Au-delà des recommandations en termes d'alimentation, le WCRF préconise ainsi également la pratique d'une activité physique régulière (au moins 30 minutes par jour), la réduction des activités sédentaires et le maintien d'une corpulence normale au cours de sa vie¹.

3.6. Mode de vie après la survenue d'un cancer

Après le traitement d'un cancer, la nutrition dans son ensemble (alimentation, consommation d'alcool, corpulence, activité physique) continue à jouer un rôle important dans la qualité de vie et la survie des patients. Analyser l'impact de comportements qui augmentent le risque de survenue de second cancer nécessite au minimum d'identifier les facteurs de risque au moment du diagnostic et, idéalement, d'avoir accès à une mise à jour de ces comportements après le diagnostic. Les études dans ce domaine sont pour le moment rares et n'ont été réalisées que pour un nombre limité de facteurs¹⁵¹. Le nombre de personnes ayant eu un cancer étant de plus en plus élevé, l'étude de la survie après cancer est un domaine de recherche en pleine expansion. En attendant que ces recherches mènent à des résultats plus robustes et spécifiques en termes de survie après cancer, les recommandations actuelles du WCRF pour l'ensemble des patients ayant eu un cancer sont de suivre, après leur traitement, les mêmes recommandations que celles établies en prévention primaire des cancers (*cf.* partie 3.5., section Introduction)¹.

L'INCa, en 2013, a publié un rapport qui présente l'état des lieux des connaissances en termes de facteurs de risque de second cancer primitif¹⁵². Les facteurs mis en évidence jusqu'à présent sont : la consommation de tabac, la consommation d'alcool et la surcharge pondérale. Quelques études suggèrent que les traitements hormonaux chez des femmes déjà atteintes d'un cancer du sein seraient également impliqués dans le risque de récurrence mais des études supplémentaires sont encore nécessaires.

Via son action directe cancérigène et son action indirecte de potentialisateur de l'effet de la radiothérapie, la consommation de tabac après le diagnostic de cancer augmente le risque de second cancer primitif tandis que l'arrêt du tabac semble pouvoir le diminuer. Consommer deux paquets ou plus par jour après le diagnostic d'un cancer multiplie par quatre le risque de second cancer primitif des voies aérodigestives supérieures (après ajustement sur la consommation d'alcool) tandis que l'arrêt de la consommation de tabac pendant cinq ans est associé à une diminution du risque de second cancer ORL¹⁵³.

Les forts consommateurs de boissons alcoolisées au diagnostic d'un cancer des voies aérodigestives supérieures (VADS) ont un risque de second cancer (tous sites confondus) augmenté de 60 % et un risque d'avoir un nouveau cancer des VADS multiplié par 3 environ¹⁵⁴.

En ce qui concerne la surcharge pondérale, l'obésité chez les femmes au diagnostic d'un cancer du sein est associée à une augmentation significative du risque de second cancer de 37 % pour le risque de cancer du sein controlatéral, de 89 % de cancer colorectal et de 96 % de cancer de l'endomètre¹⁵⁵. En parallèle il a été observé que la pratique d'une activité physique après diagnostic d'un cancer du sein diminuait le risque de récurrence et le risque de décès par cancer^{156;157}.

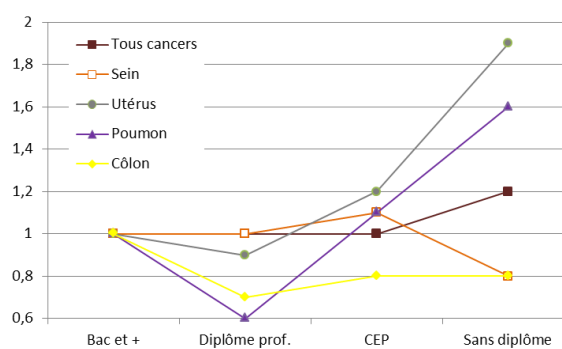
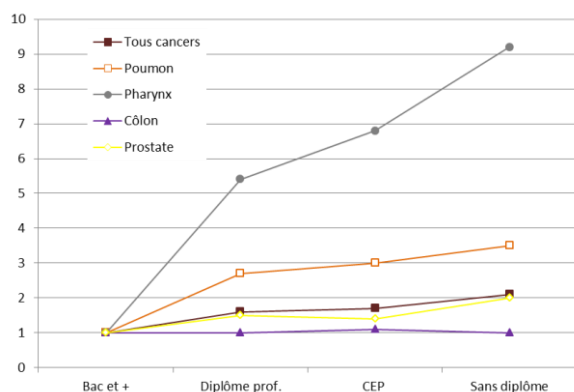
Au vu de ces résultats, et en accord avec les recommandations du WCRF¹, les objectifs pour la prévention nutritionnelle des seconds cancers en France, à l'heure actuelle, sont de réduire la consommation de boissons alcoolisées et la surcharge pondérale *via* une alimentation équilibrée, diversifiée et la pratique d'une activité physique régulière.

3.7. Inégalités sociales et cancer

Bien que la France présente de bons indicateurs globaux de santé, parmi les meilleurs à l'échelle mondiale, elle présente également l'un des plus forts gradients sociaux de mortalité prématurée en Europe, le cancer étant l'une des pathologies qui participe le plus à ce gradient¹⁵⁸.

Les inégalités sociales en matière de cancer sont spécifiques à chaque localisation et peuvent différer selon que l'on s'intéresse à l'incidence¹⁵⁹ ou à la mortalité liées à ces cancers.

La mortalité par cancer en France pour la période 1975-1990 a été étudiée en fonction de la catégorie socioprofessionnelle et du niveau d'études, pour les hommes et femmes âgés de 35 à 59 ans, en 1975 (**Figure 13**)¹⁶⁰.



a. Mortalité des hommes âgés de 30 à 59 ans en 1975, dans la période 1975-1990, selon le niveau d'études déclaré en 1975.

b. Mortalité des femmes âgées de 30 à 59 ans en 1975, dans la période 1975-1990, selon le niveau d'études déclaré en 1975.

Catégories utilisées : Bac et plus ; Diplôme professionnel de niveau inférieur au baccalauréat (dont CAP) ; CEP (Certificat d'études primaires) ; Sans diplôme.

Figure 13 : Mortalité relative sur la période 1975-1990, selon le niveau d'études, pour certains cancers masculins (a) et féminins (b), d'après Menvielle *et al.*¹⁶⁰.

Chez les hommes, les inégalités sociales de mortalité par cancer sont de même amplitude que celles observées pour la mortalité générale, la mortalité par cancer étant ainsi multipliée par deux entre les deux catégories d'études extrêmes. Cette augmentation de la mortalité « tous cancers » reflète toutefois de grandes disparités en fonction de la localisation de cancer considérée, avec notamment une mortalité dix fois supérieure chez les hommes sans diplôme (par rapport aux hommes les plus éduqués) pour le cancer du pharynx (en partie dû au fait que la mortalité liée à ce cancer est très faible chez les populations favorisées) et aucune différence de mortalité selon le niveau d'études, pour le cancer du côlon.

Chez les femmes, les liens avec le niveau d'études sont globalement moins marqués que chez les hommes, l'écart de mortalité tous cancers étant de 20% entre les niveaux d'éducation extrêmes. La plus forte amplitude est observée pour le cancer de l'utérus où l'écart de mortalité est de l'ordre de 90 entre les niveaux d'éducation extrêmes. Les femmes les plus éduquées ne sont pas toujours les plus protégées, ce qui est notamment le cas pour les cancers du sein, de l'utérus, du poumon et du côlon. Ces résultats sont toutefois à interpréter avec précaution car une étude s'intéressant aux différences de mortalité par cancer du sein entre 1968 et 1996, mettait en évidence l'importance de la période considérée, ainsi que de l'année de naissance des femmes¹⁶¹. La sous-mortalité des moins diplômées n'était ainsi observée que pour les périodes 1975-1981 et 1982-1988 et ne concernaient que les femmes nées avant 1925. Pour les femmes nées après 1925, aucune période n'était concernée par une sous-mortalité des moins diplômées.

Les liens entre inégalités sociales et cancer sont complexes : si l'on prend l'exemple du cancer du sein, alors que les femmes ayant un niveau social élevé sont davantage touchées par ce cancer, un âge plus avancé à la première grossesse et un nombre de grossesses réduit étant des facteurs de risque identifiés (*cf.* partie 3.4.4.1., section Introduction), c'est pourtant dans cette catégorie sociale que l'on retrouve le plus faible taux de mortalité, à l'heure actuelle¹⁶². Pour ce cancer comme pour l'ensemble des cancers, la survie est toujours la plus basse dans les catégories sociales défavorisées, l'ampleur de différences étant variable selon la localisation^{161;163}.

Comme évoqué précédemment, **les inégalités sociales en matière de cancer peuvent intervenir à un ou plusieurs stades de la maladie**, selon les cancers. Pour des cancers de mauvais pronostic, les inégalités en jeu sont avant tout des inégalités d'incidence liées à la distribution sociale des facteurs de risque, alors que pour des cancers de bon pronostic, viendront s'ajouter à ces inégalités, des inégalités liées au dépistage (plus ou moins tardif), à la qualité des soins, aux facteurs associés au pronostic (comme la qualité de vie, la présence de comorbidités*) et à la réinsertion (familiale et professionnelle notamment). En ce qui concerne le dépistage par exemple, son recours est plus fréquent dans les catégories favorisées^{164;165} et il est également associé à un meilleur pronostic car le repérage des lésions se fait à un stade moins avancé. En France, il a été montré que la mise en place du dépistage organisé du cancer du sein atténuait les différences entre catégories sociales, sans complètement les effacer toutefois¹⁶⁶. En ce qui concerne le recours aux soins, la prise en charge et la survie, des inégalités géographiques ont été mises en évidence en France, avec des populations rurales moins favorisées vis-à-vis de ces facteurs¹⁵⁸.

En termes d'inégalités sociales et d'incidence de cancer, des auteurs ont également mis en évidence le rôle joué par **l'environnement socio-économique au cours de l'enfance**, indépendamment de celui présent à l'âge adulte, dans la survenue de certains cancers, notamment celui de l'estomac et du poumon¹⁶⁷.

Dans la compréhension des liens entre inégalités sociales et cancer, Leclerc *et al.*¹⁵⁸ expliquent dans leur ouvrage qu'un facteur « expliquant » les inégalités doit être un facteur fortement lié à la situation sociale, et non seulement un facteur lié à la maladie. Pour illustrer ce propos, ils soulignent que bien que la consommation de tabac soit le premier facteur de risque de cancer du poumon et que la part attribuable aux expositions professionnelles soit bien plus faible (13% à 29%), en termes d'inégalités sociales d'incidence de cancer du poumon, la part attribuable aux expositions professionnelles est de l'ordre de 50%.

Introduction - Épidémiologie des cancers

Au vu de l'ensemble de ces éléments, il paraît primordial de mieux comprendre les mécanismes qui lient les inégalités sociales à l'incidence et la mortalité par cancer -Comment se forment-elles ? Quelle est la part des facteurs individuels ? Contextuels ? - afin de rendre plus efficaces les politiques publiques en termes de prévention primaire, secondaire* et tertiaire*.

4. Justifications et objectifs du travail doctoral

Les données de la littérature portant sur l'évolution du mode de vie après un cancer sont encore peu nombreuses, notamment en ce qui concerne l'alimentation. En effet, peu d'études épidémiologiques bénéficient d'un recueil alimentaire répété dans le temps. Par conséquent, alors qu'il existe des recommandations nutritionnelles en prévention primaire des cancers, les recommandations visant les individus ayant souffert d'un cancer ne sont pas spécifiques à cette population et sont les mêmes que celles établies en population générale pour le moment.

Par ailleurs, les liens entre alimentation et environnement socio-économique d'une part, et survenue de cancer et environnement socio-économique d'autre part, ont déjà été documentés dans la littérature et mettent en évidence des inégalités sociales de santé, dont la compréhension peut encore être améliorée, afin de viser leur réduction. Cet objectif de réduire les inégalités sociales de santé s'inscrit d'ailleurs, à l'heure actuelle, dans une demande des grandes instances politiques et sociales, européennes et internationales¹⁶⁸⁻¹⁷¹.

Dans ce contexte, comprendre l'influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution à long terme de l'alimentation, en fonction du statut socio-économique des individus paraît primordial. Cela permettra d'établir des recommandations nutritionnelles adaptées à la population ayant souffert d'un cancer, tout en visant à réduire les inégalités sociales de santé. Le but de mieux comprendre les interactions entre comportements alimentaires, environnement socio-économique et survenue de cancer, est non pas d'inciter à une homogénéisation des consommations alimentaires dans l'ensemble de la population mais plutôt de rechercher, dans cette diversité, les différents leviers permettant d'atteindre une alimentation « globalement » favorable à la santé.

Par ailleurs, l'alimentation étant un des déterminants majeurs de la santé, de nombreuses études épidémiologiques souhaitent recueillir les habitudes alimentaires de leurs sujets, au moins comme facteur d'ajustement, mais redoutent la durée de recueil. Obtenir un outil simple de recueil alimentaire, facile à remplir, qui soit tout à la fois suffisamment complet et précis pour caractériser l'alimentation des individus, représente donc un enjeu majeur pour l'avenir des études épidémiologiques, en France.

Ce travail doctoral a donc pour objectif général de mieux caractériser d'une part les relations entre alimentation, environnement socio-économique et survenue de cancer, et d'autre part de créer et valider un outil de recueil alimentaire court, adapté au régime français, afin d'harmoniser le recueil des données alimentaires sur le plan national.

La première hypothèse de ce travail est que, dans une population sélectionnée de femmes françaises, il existe différents profils alimentaires associés à l'environnement socioéconomique et répondant à un gradient social.

Le premier objectif scientifique de ce travail est donc d'analyser les associations entre l'alimentation, caractérisée par des profils alimentaires, et l'environnement socio-économique à partir des données de l'étude de cohorte E3N. Il s'agit également de distinguer dans ces relations l'influence des facteurs individuels de celle des facteurs contextuels.

La seconde hypothèse de ce travail est que l'évolution à long terme de l'alimentation diffère selon le statut socio-économique des individus.

Le second objectif scientifique de ce travail est donc d'analyser les facteurs socio-économiques individuels et contextuels associés à l'évolution de l'alimentation sur 12 ans, en se focalisant sur l'évolution de la consommation de fruits et légumes, utilisés ici comme marqueur de la qualité de l'alimentation.

La troisième hypothèse de ce travail est que le diagnostic d'un cancer a un impact sur l'évolution à long terme de l'alimentation. Cet impact diffère selon la localisation et le stade du cancer, et selon le statut socio-économique des individus.

Le troisième objectif scientifique de ce travail est d'analyser l'influence d'un diagnostic de cancer (toutes localisations confondues puis par grandes catégories de cancer) sur l'évolution de la consommation de fruits et légumes sur 12 ans, en fonction de l'environnement socio-économique des individus. Il s'agit également de distinguer dans ces relations l'influence des facteurs individuels de celle des facteurs contextuels, ainsi que celle du stade au diagnostic de la maladie.

Le besoin méthodologique de ce travail est de disposer, à l'échelle de la communauté scientifique et des professionnels de santé, d'un outil d'évaluation rapide et valide de l'alimentation, adapté à la population française, plus précisément à différents groupes de la population française.

Le premier objectif méthodologique de ce travail est de créer un questionnaire alimentaire court et de le valider, sous format papier, dans un groupe spécifique de la population française : les patients atteints de maladie rénale chronique.

Le second objectif méthodologique de ce travail est de valider la version en ligne du questionnaire court, auprès d'un échantillon d'adultes français.

Ce **travail doctoral** porte sur le **recueil et l'analyse des données alimentaires en épidémiologie nutritionnelle**.

D'un point de vue scientifique et analytique, ce travail utilisera **les données de l'étude de cohorte E3N**, étude créée en 1990 avec l'inclusion de 98 995 femmes adhérentes à la Mutuelle Générale de l'Éducation Nationale. Il permettra de compléter la littérature sur les liens entre alimentation et environnement socio-économique, dans un contexte français. Il apportera de premiers éléments de compréhension sur l'influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution à long terme de l'alimentation, en tenant en compte de l'environnement socio-économique des individus.

D'un point de vue méthodologie et recueil des données alimentaires en épidémiologie, ce travail doctoral permettra la mise à disposition à l'ensemble des professionnels de santé et des chercheurs en France d'un outil de recueil alimentaire court et validé, afin d'harmoniser le recueil des données alimentaires sur le plan national.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. La cohorte E3N

1.1. Présentation générale

L'étude française E3N^{81;82}, Étude Épidémiologique auprès de femmes de la Mutuelle Générale de l'Éducation Nationale (MGEN) est une enquête de cohorte prospective menée auprès de 98 995 femmes volontaires françaises, âgées de 40 à 65 ans et résidant en France métropolitaine au moment de leur inclusion, en 1989-1990. L'ensemble de cette étude est gérée par l'équipe « Générations et Santé » du Centre de Recherche en Épidémiologie et Santé des Populations (CESP, Inserm UMR 1018), implantée à Gustave Roussy (Villejuif, 94).

L'objectif initial d'E3N était d'identifier et de comprendre le rôle de certains facteurs (notamment alimentaires et hormonaux) dans la survenue des principaux cancers de la femme. Désormais, E3N permet également l'étude d'autres maladies chroniques (diabète, asthme, maladie de Parkinson, infarctus du myocarde, dépression, etc.).

Lors du lancement de l'étude, E3N était la première cohorte française d'une telle envergure. Elle reste aujourd'hui la plus grande étude sur la santé des femmes en France.

L'étude E3N a été approuvée par la Commission Nationale Informatique et Liberté (CNIL). De plus, les femmes incluses dans l'étude ont rempli un formulaire de consentement, permettant notamment à la MGEN de transmettre régulièrement à l'équipe de recherche E3N, les remboursements de frais médicaux ainsi que les informations relatives au statut vital des femmes et à leur changement d'adresse. Ceci permet de maintenir un taux de pertues de vue très faible. En effet, en 2014, seulement 2% des 98 995 femmes initialement incluses dans l'étude étaient considérées comme perdues de vue (femmes non décédées, n'ayant pas abandonné et à qui les questionnaires n'étaient plus envoyés).

E3N, composante française de la vaste étude européenne EPIC

En 1993, l'ensemble des participantes ayant répondu au premier questionnaire alimentaire déployé dans E3N, ont été incluses dans **la vaste étude prospective européenne EPIC**¹⁷² (*European prospective investigation into cancer and nutrition*). EPIC est une étude coordonnée par le CIRC, et inclut 521 000 hommes et femmes, issus de 10 pays européens : la France, l'Allemagne, le Danemark, l'Espagne, la Grèce, l'Italie, la Norvège, les Pays-Bas, le Royaume-Uni et la Suède. **L'objectif initial de cette étude** était de s'intéresser aux liens entre alimentation, mode de vie et risque de cancer et d'autres maladies chroniques.

1.2. Le recueil des données

Depuis l’envoi du questionnaire d’inclusion, **10 questionnaires de suivi** ont été envoyés aux femmes E3N, le plus récent ayant été envoyé en septembre 2014 à 83 612 femmes. Ces questionnaires permettent de suivre l’état de santé des femmes ainsi que de recueillir des informations sur leur mode de vie par auto-déclaration (résumées en **Figure 14**). Le taux de réponse moyen à ces questionnaires est jusqu’à présent de 83%. Les questionnaires sont disponibles sur le site internet de l’étude E3N (www.e3n.fr).

Alors que les deuxième, troisième et quatrième questionnaires n’ont été envoyés qu’aux femmes ayant répondu au questionnaire précédent, les questionnaires suivants ont été envoyés à l’ensemble des participantes.

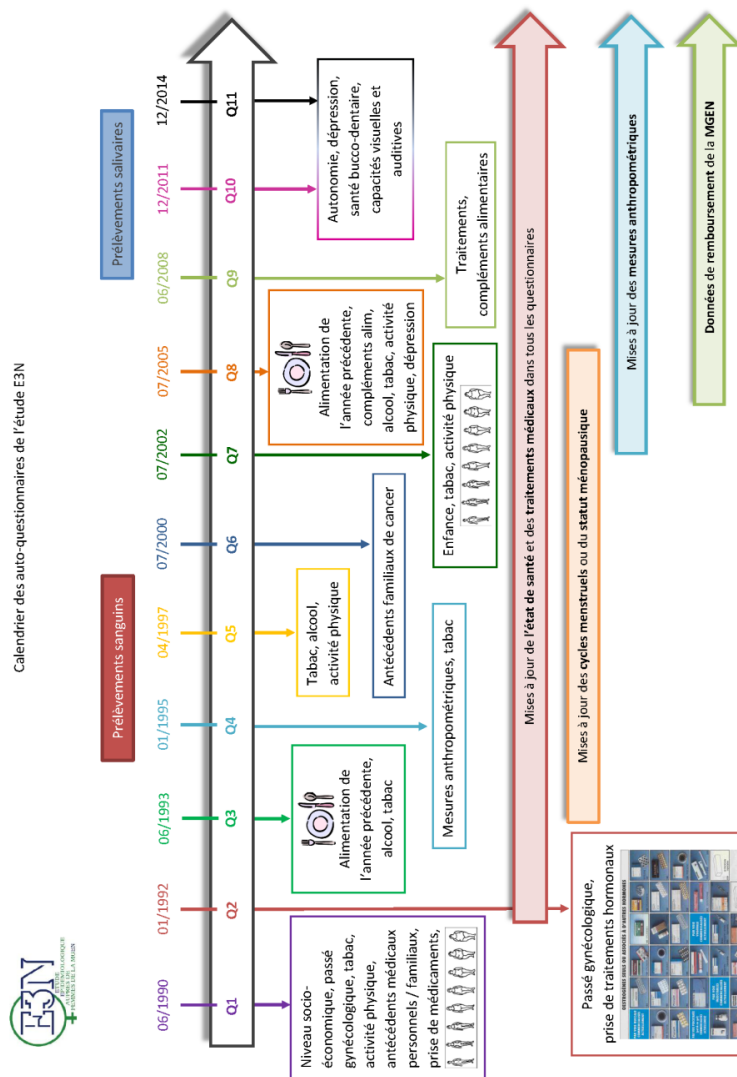


Figure 14 : Vue générale du recueil des données des femmes de la cohorte E3N.

Le traitement des questionnaires est assuré en interne par l'équipe de recherche « Générations et Santé ». Une fois réceptionnés, les questionnaires sont analysés de façon anonyme. Ils sont scannés et numérisés. Les données récoltées sont ensuite nettoyées, harmonisées et leur cohérence est vérifiée par l'équipe interne de data-managers. Les informations sur les pathologies auto-déclarées et en particulier les cancers, sont systématiquement validées à l'aide de documents médicaux (*cf.* partie 6.1.2., section Matériels et Méthodes).

En plus des données recueillies par questionnaire, environ 25 000 femmes de la cohorte ont participé à un prélèvement sanguin entre 1994 et 1999 (**Figure 14**). Elles étaient 47 000 à accepter de fournir un échantillon de salive, entre 2009 et 2011.

Comme mentionné ci-avant (*cf.* partie 1.1., section Matériels et Méthodes), des données sont également issues de la MGEN qui, tous les trois mois, met à disposition de l'équipe le statut vital et l'adresse des participantes. Puis, depuis 2004, la MGEN fournit à la même fréquence, les fichiers de remboursements de soins médicaux. Cela donne une indication sur l'achat, par les participantes, de médicaments remboursés.

1.3. E4N, le futur d'E3N

L'étude de cohorte E3N est prolongée par la création de **l'étude E4N** (Étude Épidémiologique auprès des Enfants des femmes E3N). E4N vise à inclure les membres de la famille des femmes de la cohorte E3N. Les femmes E3N et les pères de leurs enfants constituent la première génération, leurs enfants biologiques la deuxième génération, et leurs petits-enfants la troisième génération. Le suivi des trois générations permettra à terme, de recueillir des informations sur les facteurs comportementaux et environnementaux, à différentes périodes de la vie. **L'objectif principal de l'étude E4N** est d'étudier la santé en relation avec l'environnement et le mode de vie moderne chez des sujets d'une même famille, ayant un terrain génétique et un environnement communs. Actuellement, environ 17 500 pères ont déjà été recrutés et le recrutement des enfants débutera courant 2017. E4N est la première cohorte familiale de cette envergure à l'échelle française.

2. Les données alimentaires recueillies dans E3N

2.1. Le questionnaire alimentaire

L'information sur l'alimentation des participantes E3N a été recueillie à deux reprises, à 12 ans d'intervalle, en 1993 et 2005, *via un questionnaire d'histoire alimentaire semi-quantitatif* mis au point par l'équipe. Le premier questionnaire alimentaire a été envoyé à 93 055 femmes et le taux de réponse était de 80%. Au total, 74 522 questionnaires ont pu être analysés. Le second questionnaire alimentaire, quant à lui, a été envoyé à 93 121 femmes et le taux de réponse était de 77%. Au total, ce sont 71 412 questionnaires qui ont pu être analysés.

L'**objectif du questionnaire** était de décrire les habitudes alimentaires des femmes, au cours de l'année passée. Le questionnaire est composé de deux parties, l'une quantitative, l'autre qualitative.

La **première partie**, quantitative, décrit les fréquences de consommations et les tailles de portions habituellement consommées d'une liste de 66 aliments ou groupes d'aliments (**Figure 15**). Elle est structurée autour de 8 repas journaliers : le petit déjeuner, la collation de la matinée, l'apéritif précédant le déjeuner, le déjeuner, la collation de l'après-midi, l'apéritif précédant le dîner, le dîner et la collation suivant le dîner. Pour chaque item, la participante doit préciser sa fréquence de consommation parmi 11 modalités proposées (jamais ou moins d'une fois par mois, 1 à 3 fois par mois, 1 à 7 fois par semaine) et la quantité consommée, estimée soit en unité standard (nombre d'œufs, nombre de cuillères à café), soit en portions, avec l'aide d'un livret de photographies en couleurs (*cf.* partie 2.3., section Matériels et Méthodes).

QUESTIONNAIRE ALIMENTAIRE – PREMIERE PARTIE														
Décrivez votre alimentation au cours de l'année précédente. Voir les recommandations ci-dessus.														
Réveil, Petit Déjeuner	Combien de fois ? Cochez la case correspondante										Inscrivez ici vos initiales :			
	Jamais	1, 2, 3 fois / mois			OU	1, 2, 3,...7 fois par semaine							En quelle quantité ? Inscrivez la lettre correspondant à la photo et le nombre de portions ou d'unités correspondantes	
		1	2	3		1	2	3	4	5	6	7		
Eau : Robinet <input type="checkbox"/> Bouteille <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Type de verre : photo page 33	<input type="text"/>	Nombre : <input type="text"/>
Jus de fruits (fruits pressés ou jus de fruits du commerce)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Type de verre : photo page 33	<input type="text"/>	Nombre : <input type="text"/>
Chicorée : Au lait <input type="checkbox"/> Nature <input type="checkbox"/> (Ricoré, Nescoré,...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Type de bol ou de tasse : photo page 2	<input type="text"/>	Nombre : <input type="text"/>
Café : Au lait <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Moulu <input type="checkbox"/> Nature <input type="checkbox"/> Décaféiné <input type="checkbox"/> Soluble <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Type de bol ou de tasse : photo page 2	<input type="text"/>	Nombre : <input type="text"/>

Figure 15 : Extrait de la première partie (quantitative) du questionnaire alimentaire utilisé dans E3N.

La **seconde partie** du questionnaire est qualitative (**Figure 16**) et permet de détailler les consommations de six groupes d'aliments décrits dans la première partie du questionnaire : les légumes cuits, les crudités, les fruits, les viandes, les poissons et les produits laitiers. Ainsi, si la

femme a déclaré consommer des légumes cuits dans la première partie du questionnaire, il lui est demandé dans la seconde partie de détailler sa consommation en chou, chou-fleur, choux de Bruxelles, épinards, endives, champignons, céleri en branche, bettes, fenouil cuit, haricots verts, carottes cuites, salsifis, tomates cuites, aubergines, poivrons cuits, courgettes, petits pois et autres légumes en caractérisant sa fréquence de consommation selon quatre modalités : « 0 », « + », « ++ » et « +++ » représentant « jamais ou moins d'une fois par mois » (zéro), « le moins fréquemment » (1 croix), « le plus fréquemment » (3 croix) et « autre fréquence » (2 croix). Des données détaillées sur les modes de cuisson, les matières grasses et le sucre utilisés ont également été recueillies dans cette partie du questionnaire.

Cette seconde partie est uniquement qualitative et les femmes ne sont pas invitées à renseigner des quantités d'aliments consommés ni à estimer des tailles de portions à l'aide du livret de photographies. Elle permet d'effectuer une pondération sur la composition nutritionnelle des six groupes d'aliments décrits en première partie. Ainsi, la composition nutritionnelle de l'item « légumes cuits » décrit en première partie du questionnaire alimentaire chez une femme ayant déclaré en seconde partie ne consommer que des tomates cuites et des carottes est équivalente à une moyenne pondérée des compositions nutritionnelles des aliments « tomates cuites » et « carottes ».

Grâce au remplissage des deux parties du questionnaire, ce dernier permet d'évaluer au total **la consommation moyenne quotidienne de 208 aliments et boissons.**

6. Les légumes chauds (sauf pommes de terre et légumes secs) : en consommez-vous habituellement ?									
<input type="checkbox"/> Non, jamais (ou moins d'une fois par mois), passez question 7.									
<input type="checkbox"/> Oui. Lesquels ? Faire une moyenne sur l'année écoulée (voir comment remplir : page 27 de ce questionnaire)									
	0	+	++	+++		0	+	++	+++
Chou	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Haricots verts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chou-fleur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Carottes cuites	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Choux de Bruxelles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Poireaux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brocolis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Salsifis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Epinards	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tomates cuites	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Endives	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aubergines	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Champignons	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Poivrons cuits	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Céleri en branche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Courgettes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bettes (ou cardons)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Petits pois	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fenouil cuit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Autres (précisez) :				<input type="checkbox"/>

Figure 16 : Extrait de la deuxième partie (qualitative) du questionnaire alimentaire utilisé dans E3N.

Zoom spécifique sur la consommation de fruits et légumes

Définition

Le groupe « fruits et légumes » tel que défini dans les recommandations nutritionnelles du PNNS¹⁷³ a été considéré dans ce manuscrit. Les « fruits » regroupent ainsi l'ensemble des fruits frais, des fruits au sirop, des compotes et des jus de fruits 100% pur jus. Les « légumes » regroupent les légumes cuits, crus et ceux consommés sous forme de soupe.

Au total dans E3N, des données de consommation sont disponibles pour 16 types de fruits frais, 18 types de légumes cuits et 16 types de légumes crus. Les cinq fruits frais les plus consommés par les femmes E3N sont les suivants : les pêches, les pommes, les pamplemousses, les poires et le raisin. Les cinq légumes cuits les plus consommés par les femmes E3N sont : les haricots verts, les courgettes, les carottes, les tomates et les endives. Les cinq légumes crus les plus consommés dans la cohorte sont : les tomates, les carottes, les endives, les concombres et les radis.

Ratio choisi pour référence

Les recommandations nationales sont de consommer au moins cinq portions de fruits et légumes par jour, ce qui correspond à environ 400 grammes⁵. En France, l'apport énergétique total (AET) moyen chez les femmes est de 1 800 Kcal/jour²⁰.

Afin d'étudier la consommation de fruits et légumes dans l'étude E3N et plutôt que de considérer une consommation brute de fruits et légumes, nous avons fait le choix de rapporter cette consommation à l'AET journalier des femmes (en étudiant le ratio $\frac{\text{Quantité de fruits et légumes consommés par jour}}{\text{AET journalier}}$) tel que cela a déjà été fait dans de précédentes études^{174;175}.

La valeur de référence utilisée dans le cadre de la consommation de fruits et légumes était donc de $\frac{400 \text{ gr/jour}}{1800 \text{ kcal/jour}}$ soit 0,22 gr/kcal. Celle utilisée dans le cadre de la consommation de fruits

d'une part et de la consommation de légumes d'autre part était de $\frac{200 \text{ gr/jour}}{1800 \text{ kcal/jour}}$ soit 0,11 gr/kcal.

Les recommandations étant de consommer au moins 400 grammes de fruits et légumes par jour, nous avons fait le choix arbitraire d'attribuer 200 grammes à la consommation de fruits seuls ainsi qu'à celle de légumes seuls pour la valeur de référence utilisée dans le cadre de la consommation de fruits et de légumes considérés de manière séparée.

Augmentation de la consommation de fruits et légumes au cours du temps

Afin d'étudier l'augmentation de la consommation de fruits et légumes entre 1993 et 2005 (cf. partie 2, section Résultats), nous avons considéré l'évolution du ratio

$\left(\frac{\text{Quantité de fruits et légumes consommés par jour}}{\text{AET journalier}}\right)$. Cette évolution était caractérisée par une variable

binaire définie comme suit : 0 = stabilité ou diminution du ratio entre 1993 et 2005 et 1 = augmentation du ratio, '0' étant pris comme catégorie de référence. Grâce à l'étude de l'évolution de ce ratio, seules les femmes ayant eu une augmentation de leurs consommations de fruits et légumes au sein de leur alimentation globale étaient considérées comme des femmes ayant augmenté leurs consommations de fruits et légumes au cours du temps. Les femmes ayant augmenté leurs consommations de fruits et légumes en parallèle d'une augmentation globale de leurs consommations alimentaires n'étaient pas considérées comme telles.

L'évolution de la consommation de fruits et légumes était étudiée dans le cadre de l'objectif scientifique 2 de ce travail afin de s'intéresser aux facteurs socio-économiques **associés à une augmentation de la consommation de fruits et légumes** au cours du temps (caractérisée comme variable binaire, augmentation du ratio vs. stabilité ou diminution du ratio), **indépendamment du niveau de consommation initial** en fruits et légumes.

Évolution relative de la consommation de fruits et légumes au cours du temps

Afin d'étudier l'évolution relative de la consommation de fruits et légumes entre 1993 et 2005 (cf. partie 3, section Résultats), nous avons considéré l'évolution relative du ratio de référence définie comme suit : $\frac{\text{ratio de référence en 2005} - \text{ratio de référence en 1993}}{\text{ratio de référence en 1993}}$. Cette évolution était caractérisée par une variable continue.

L'évolution relative de la consommation de fruits et légumes était étudiée dans le cadre de l'objectif scientifique 3 de ce travail afin de s'intéresser à l'impact d'un diagnostic de cancer sur l'évolution à long terme de l'alimentation. L'évolution relative de la consommation en fruits et légumes chez des femmes ayant eu un cancer était comparée à celle de femmes n'ayant pas eu de cancer ni de maladies cardio-vasculaires.

2.2. Validité et reproductibilité du questionnaire alimentaire

Le questionnaire alimentaire déployé dans E3N a fait l'objet d'une étude de validation et de reproductibilité, en 1990, auprès d'un échantillon de 119 femmes volontaires, employées de Gustave Roussy (Villejuif) et représentatives des femmes E3N, en termes d'âge¹⁷⁶. Ces femmes étaient sollicitées à un an d'intervalle pour remplir le questionnaire alimentaire, ainsi qu'une fois par mois par une diététicienne, au cours de l'année d'étude, pour réaliser un rappel de 24h. Les rappels de 24h, considérés comme la méthode de référence dans cette étude, étaient effectués à des jours différents. Ils permettaient de tenir compte des variations journalières (notamment les

variations entre jours de semaine et de week-end) et saisonnières (en étant échelonnés sur l'ensemble de l'année) des consommations alimentaires.

La validation du questionnaire a été testée en comparant les données issues du premier questionnaire envoyé à celles issues des rappels de 24h. **La reproductibilité du questionnaire** a été testée en comparant les données issues des deux questionnaires déployés à un an d'intervalle.

Cette étude a permis de mettre en évidence une reproductibilité du questionnaire satisfaisante et analogue à celle indiquée dans la littérature¹⁷⁷⁻¹⁸⁰. Les coefficients de corrélation variaient entre 0,40 (sauces et assaisonnement) et 0,74 (matières grasses) pour les aliments et entre 0,54 (vitamine E) et 0,75 (calcium) pour les nutriments. Les coefficients de corrélation concernant la validité du questionnaire s'échelonnaient de 0,12 (sauces et assaisonnement) à 0,71 (boissons alcoolisées) pour les aliments, et de 0,28 (fer) à 0,63 (alcool et carotène) pour les nutriments. Toujours en ce qui concerne la validité, 76% et 72% des sujets étaient classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent pour les consommations alimentaires et les apports en nutriments respectivement, ce qui révélait une faible erreur de classification. L'étude de validation a permis de montrer que **le questionnaire** mis au point pour l'étude E3N était **apte à classer correctement les individus** selon leurs **consommations alimentaires** et leurs **apports en nutriments**¹⁷⁶.

2.3. Cahier de photographies associé au questionnaire

Un livret de photographies était associé au questionnaire, afin que l'estimation des portions consommées soit facilitée (**Figure 17**). Ce livret a été validé avant son envoi à l'ensemble de la cohorte¹⁸¹. L'objectif de la validation du livret était d'apprécier la perception des portions d'aliments à partir de photographies. Cette étude a été réalisée auprès de 270 femmes volontaires de Gustave Roussy.

Pour 45 aliments fréquemment consommés en France, trois tailles de portion différentes (une petite « A », une moyenne « B », une grande « C ») ont été prises en photo par un photographe professionnel. Les tailles de portion avaient été définies au préalable par les diététiciennes et chercheurs de l'équipe « Générations et Santé » en fonction de leurs connaissances et des tailles de portion standard distribuées en restauration collective lorsque cela était adapté.

Afin de valider chacune des photographies du cahier, il était demandé aux femmes à qui on présentait une assiette d'estimer à quelle photo correspondait la taille de portion présente dans l'assiette. Au total sept modalités de réponse étaient possibles : les tailles de portions « A », « B » et « C » et plus petit que « A », entre « A » et « B », entre « B » et « C » et plus grand que « C ».

Les différences entre la taille de portion réelle (celle présentée aux sujets) et la taille de portion estimée d'après photographie par les sujets étaient calculées pour chacun des aliments et testées statistiquement.

Pour le total des portions présentées aux sujets, 83% d'entre elles étaient concernées par une erreur d'estimation de moins de 25% et plus de la moitié d'entre elles présentaient une erreur de moins de 10% seulement. Aucune erreur n'était reliée spécifiquement à un type d'aliment. À la suite de cette étude, quelques photographies ont été modifiées et **l'utilisation du cahier de photographies a été recommandée** afin d'optimiser l'évaluation des portions consommées.

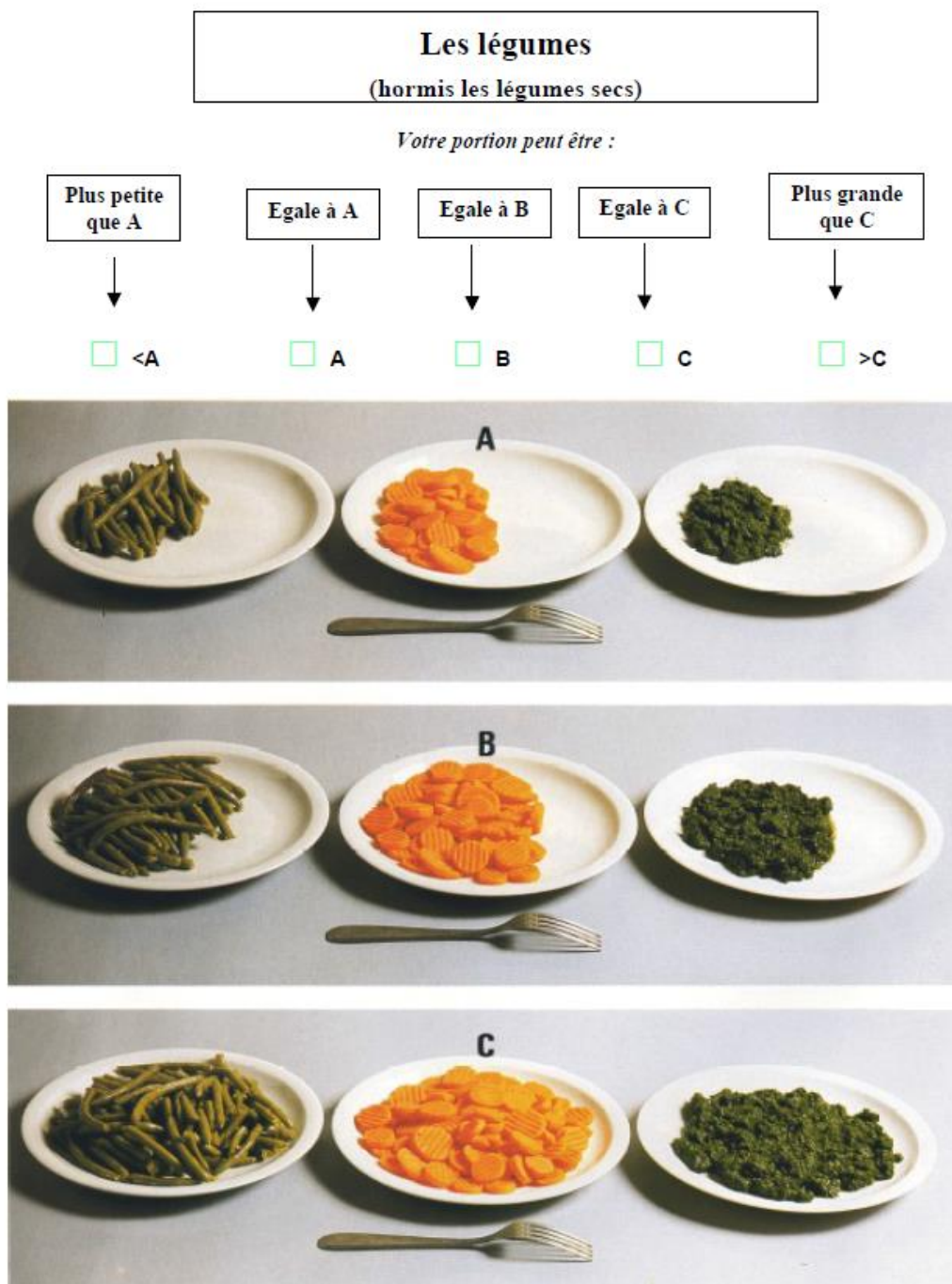


Figure 17 : Extrait du cahier de photographies associé au questionnaire alimentaire utilisé dans l'étude E3N et permettant de faciliter l'estimation de la consommation des légumes cuits.

2.4. Étude de calibration

L'étude EPIC dans laquelle s'intègre l'étude E3N, s'intéresse aux facteurs alimentaires et nutritionnels de cancer, à partir de données recueillies prospectivement dans 10 pays européens. L'un des principaux avantages de l'étude EPIC relève de son statut d'étude

multicentrique qui permet ainsi l'analyse d'habitudes alimentaires très hétérogènes. Cependant, chaque centre EPIC ayant développé son propre questionnaire, les méthodes de recueil de données alimentaires sont différentes d'un pays à l'autre et les données alimentaires entre pays ne sont ainsi pas directement comparables. **Un protocole de calibration** a alors été mis en place pour l'ensemble des pays participants à l'étude EPIC¹⁸², afin de mesurer les erreurs systématiques intrinsèques à la structure de chaque questionnaire (sous- ou sur-estimations) et de les prendre en compte dans l'estimation des consommations des sujets. Le rappel de 24 heures a été choisi comme méthode de référence. Il était effectué *via* un logiciel (EPICsoft), développé spécifiquement par les chercheurs du CIRC pour l'étude de calibration, afin d'obtenir un recueil exhaustif et standardisé des consommations alimentaires entre l'ensemble des pays. Afin de sélectionner les sujets participant à l'étude de calibration au sein de l'étude E3N-EPIC, un tirage au sort, en fonction de l'âge et de la répartition géographique (pour tenir compte de la diversité des habitudes alimentaires sur l'ensemble du territoire), d'un échantillon de 10% des femmes ayant répondu au questionnaire alimentaire a été effectué (6 456 sujets sélectionnés). Parmi les femmes sélectionnées, 77% soit 3 761 femmes ont accepté de participer à l'étude de calibration. Les participantes et non-participantes différaient quant au niveau d'études (niveau plus élevé chez les participantes). Les consommations d'œufs et de légumes étaient également plus élevées chez les participantes. Aucune autre différence significative n'était observée. **L'étude de calibration** a ainsi permis d'obtenir, pour un échantillon représentatif de la population E3N-EPIC, un descriptif très détaillé des consommations alimentaires. Ces données ont été utilisées dans la constitution de la table de composition alimentaire rattachée au questionnaire (constitution détaillée dans le paragraphe suivant), qui permet d'obtenir les apports journaliers en nutriments des femmes E3N.

2.5. Calcul des apports en nutriments

Une table de composition alimentaire rattachée au questionnaire E3N a été élaborée afin que les consommations alimentaires des femmes E3N puissent être converties en apports nutritionnels journaliers. Les données nutritionnelles du Ciqual ont été employées, le Ciqual correspondant à une table de composition alimentaire disponible à l'échelle nationale et regroupant des informations sur plus de 2 600 aliments différents et 61 constituants¹⁸³.

Certains items du questionnaire E3N correspondant à plusieurs aliments de la table du Ciqual (l'item « viande de bœuf » regroupant par exemple notamment les aliments « steak » ou « faux-filet »), les données issues des rappels de 24h de l'étude de calibration qui contenaient ce niveau de détail ont été utilisées afin de calculer les fréquences de consommations de chacun de ces aliments. À partir de ces fréquences, des coefficients de pondération ont été appliqués aux

compositions disponibles dans le Ciqual, afin d'obtenir une composition moyenne pour l'aliment cité dans le questionnaire E3N. Par exemple, la composition de l'item « viande bœuf » du questionnaire E3N a été calculée à partir des aliments du Ciqual suivants : faux-filet grillé, bifteck grillé, steak haché 5% MG cru, steak haché 5% MG cuit, steak haché 15% MG cuit, rosbif rôti et bœuf à pot-au-feu cuit, affectés respectivement des poids 0,310, 0,266, 0,013, 0,005, 0,247, 0,127 et 0,031, correspondant aux fréquences de consommations de ces aliments déclarées dans l'étude de calibration. La mise en place de cette table de composition spécifique et adaptée au questionnaire E3N a nécessité le travail d'un statisticien pendant 9 mois.

Grâce à ce travail, **les informations nutritionnelles désormais disponibles dans E3N** concernent notamment : l'apport énergétique total, les glucides, les protides, les lipides, le cholestérol, les acides gras saturés (AGS), mono-insaturés (AGMI) et poly-insaturés (AGPI) (ainsi que le détail d'un certain nombre de ces acides gras), l'amidon, le sucre, l'éthanol, les fibres, les vitamines B1, B5, B6, B12, C, D, E, PP, le bêta-carotène, le rétinol, le calcium, le fer, le potassium, le phosphore, le sodium, le magnésium, le cuivre, le sélénium, le zinc, l'iode et les folates.

2.6. Attribution à chaque femme E3N du score d'adhésion aux recommandations nutritionnelles

L'adhésion aux recommandations nutritionnelles de chaque femme E3N a été évaluée *via* le score PNNS-GS (décrit en partie 2.3.2., section Introduction). Ce score est basé sur les recommandations du PNNS et concerne 13 items : 1) les fruits et légumes, 2) les céréales au sens large telles que le pain, les produits céréaliers, les pommes de terre et les légumineuses, avec un focus sur 3) les céréales complètes, 4) le lait et les produits laitiers, 5) la viande, la volaille, les produits de la mer et les œufs, avec un focus sur 6) les produits de la mer, 7) les matières grasses ajoutées, avec un focus sur 8) les matières grasses d'origine végétale, 9) les produits sucrés, 10) l'eau et les sodas, 11) l'alcool, 12) le sel et 13) l'activité physique. Lorsque la femme suit les recommandations associées à ces items, au minimum un point lui est attribué par item. Pour obtenir le score global, l'ensemble des points sont additionnés. Puis, pour les femmes ayant des apports énergétiques supérieurs à leurs besoins, des points leur sont retirés de façon proportionnelle à la différence existante entre leur AET et leurs besoins. Au final, le score est compris entre 0 (aucune adhésion aux recommandations du PNNS) et 15 (adhésion maximale aux recommandations du PNNS).

3. L'évaluation des consommations alimentaires de demain, en France

3.1. Présentation du questionnaire alimentaire court

3.1.1. Présentation du questionnaire

Le questionnaire de fréquence alimentaire court (*cf.* partie 2.2.2., section Introduction) a été construit *a priori*, en concertation avec l'ensemble des partenaires impliqués dans le projet « conception et validation d'un questionnaire alimentaire court ». Il a été développé à partir des connaissances en nutrition des acteurs du projet, d'une revue de la littérature, des questionnaires de fréquence alimentaire existants à l'échelle nationale au moment de sa conception^{86-88;176;184-186} et des données recueillies au cours de l'enquête INCA2²⁰ (*cf.* partie 1.2.2, section Introduction). Un travail collaboratif de cinq mois a permis de définir les questions à intégrer au socle commun du questionnaire réduit. Il s'est agi de trouver un compromis entre la longueur du questionnaire (défini par le temps nécessaire pour les participants pour remplir le questionnaire) et la précision des données alimentaires recueillies. Les acteurs du projet souhaitaient que l'outil créé permette d'estimer correctement *a minima* l'apport énergétique total des individus, de les classer correctement selon leurs consommations alimentaires et nutritionnelles, et d'identifier des profils alimentaires. Tel que décrit par Willett¹⁸⁷, pour être intégré dans un questionnaire, un item doit répondre à trois caractéristiques : il doit i) être consommé par un nombre non négligeable d'individus dans la population, ii) contenir en quantité suffisante le ou les nutriments d'intérêt pour l'étude concernée et iii) être discriminant c'est-à-dire que sa consommation doit différer entre les individus de la population d'intérêt.

L'utilisation des données INCA2²⁰ a permis de ne faire l'impasse sur aucun aliment majeur de l'alimentation de la population française. Tel qu'effectué par Barrat et al.⁸⁶, nous avons ainsi souhaité que tous les groupes alimentaires INCA2 contribuant à au moins 5% des apports énergétiques totaux, des apports en macronutriments, en vitamines et en minéraux soient représentés dans les items du questionnaire. Par ailleurs, les articles de validation des questionnaires de fréquence alimentaire existant en France et les résultats associés ont permis i) de sensibiliser les acteurs du projet aux nutriments faciles/difficiles à estimer dans un contexte français, ii) de les sensibiliser aux regroupements d'items alimentaires pertinents ou non à effectuer, iii) d'orienter la sélection des items du questionnaire.

Le questionnaire court mis au point dans le cadre de ce projet interroge les individus sur leurs consommations alimentaires de l'année écoulée et est composé d'un socle commun à destination de l'ensemble des groupes de population française, auquel peut venir s'ajouter une partie

spécifique, s'il existe des questions de recherche propres au groupe de population concerné par l'administration du questionnaire.

Une version papier (**Figure 18**) et en ligne du questionnaire (**Figure 19**) ont été créés.

3.1.1.1. *Le socle commun*

Le socle commun du questionnaire est composé de **40 items** (détaillés en **Annexe 1**) pour lesquels les individus sont invités à reporter leurs fréquences de consommation (jamais ou moins d'une fois par mois, *X* fois par mois, *X* fois par semaine ou *X* fois par jour) et les tailles de portions consommées (**Figure 18**). Pour 21 de ces items, des photos issues du cahier photos de l'étude E3N (*cf.* partie 2.3., section Introduction) ont été intégrées au questionnaire, afin d'aider au mieux les participants à renseigner les quantités d'aliments consommées. En général, trois choix de photos sont présentés, laissant la possibilité de répondre à cinq options : consommation de quantités inférieure à la plus petite portion présentée, égale à la portion présentée la plus petite, intermédiaire ou plus grande, ou encore supérieure à la plus grande portion présentée. Pour les items n'intégrant pas de photos, les individus sont invités à reporter les quantités d'aliments consommés en prenant pour référence une unité standard (ex : un yaourt, une cuillère à café, etc.).


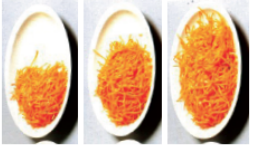

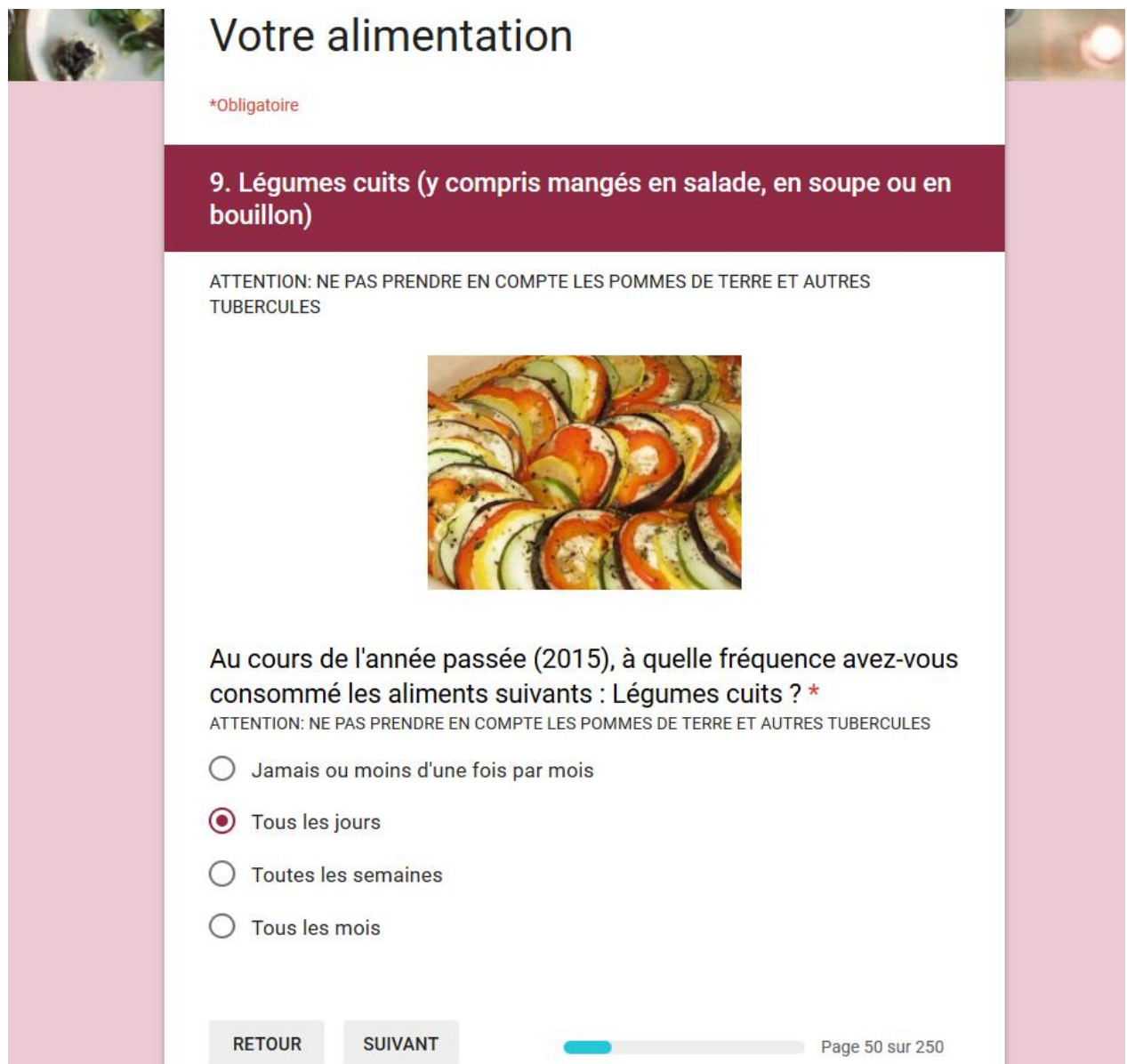
AU COURS DE L'ANNÉE PASSÉE (DEPUIS JUIN 2014) :	
AVEC QUELLE FRÉQUENCE AVEZ-VOUS CONSOMMÉ LES ALIMENTS SUIVANTS :	À CHAQUE PRISE ALIMENTAIRE, EN QUELLE QUANTITÉ AVEZ-VOUS CONSOMMÉ CES ALIMENTS ?
9. Légumes cuits (y compris mangés en salade comme les poireaux ou consommés sous forme de soupe ou de bouillon)	
<input type="checkbox"/> Jamais ou moins d'une fois par mois ↳ Passez à la question 10	
<input type="checkbox"/> Plus d'une fois par mois et j'en ai consommé : fois par : <input type="checkbox"/> jour <input type="checkbox"/> semaine <input type="checkbox"/> mois	À chaque fois que j'ai consommé des légumes cuits, c'était en moyenne (une seule réponse possible) : <input type="checkbox"/> moins que la portion représentée sur la photo 1 <input type="checkbox"/> la portion représentée sur la photo 1 <input type="checkbox"/> la portion représentée sur la photo 2 <input type="checkbox"/> la portion représentée sur la photo 3 <input type="checkbox"/> plus que la portion représentée sur la photo 3
	
LÉGUMES	
<p>! Ne pas prendre en compte ici les pommes de terre et autres tubercules</p>	
10. Légumes consommés crus (carottes râpées, tomates, salade, concombres...)	
<input type="checkbox"/> Jamais ou moins d'une fois par mois ↳ Passez à la question 11	
<input type="checkbox"/> Plus d'une fois par mois et j'en ai consommé : fois par : <input type="checkbox"/> jour <input type="checkbox"/> semaine <input type="checkbox"/> mois	À chaque fois que j'ai consommé des légumes crus, c'était en moyenne (une seule réponse possible) : <input type="checkbox"/> moins que la portion représentée sur la photo 1 <input type="checkbox"/> la portion représentée sur la photo 1 <input type="checkbox"/> la portion représentée sur la photo 2 <input type="checkbox"/> la portion représentée sur la photo 3 <input type="checkbox"/> plus que la portion représentée sur la photo 3
	
9 Questionnaire alimentation 	

Figure 18 : Extrait du questionnaire alimentaire court, version papier.



The screenshot shows a web-based questionnaire titled "Votre alimentation". At the top left, there is a small image of a plate with food. The title "Votre alimentation" is in a large, dark font. Below the title, there is a red asterisk and the word "Obligatoire". A dark red banner contains the question "9. Légumes cuits (y compris mangés en salade, en soupe ou en bouillon)". Below this banner, there is a warning in all caps: "ATTENTION: NE PAS PRENDRE EN COMPTE LES POMMES DE TERRE ET AUTRES TUBERCULES". In the center, there is a photograph of a vegetable terrine, a stack of sliced vegetables like zucchini, eggplant, and tomatoes. Below the photo, the question asks: "Au cours de l'année passée (2015), à quelle fréquence avez-vous consommé les aliments suivants : Légumes cuits ? *". Another warning in all caps is present: "ATTENTION: NE PAS PRENDRE EN COMPTE LES POMMES DE TERRE ET AUTRES TUBERCULES". There are four radio button options: "Jamais ou moins d'une fois par mois", "Tous les jours" (which is selected), "Toutes les semaines", and "Tous les mois". At the bottom, there are two buttons: "RETOUR" and "SUIVANT". To the right of the buttons is a progress bar and the text "Page 50 sur 250".

Figure 19: Extrait du questionnaire alimentaire court, version web.

Avant de reporter leurs consommations alimentaires, les individus sont invités à renseigner des données individuelles : âge, sexe, données anthropométriques et motifs liés à un éventuel changement de l'alimentation au cours de l'année passée.

3.1.1.2. La partie spécifique

Il a été défini que **la partie spécifique du questionnaire** serait composée **au maximum d'une dizaine de questions**, pouvant être qualitatives ou quantitatives, selon les questions de recherche propres au groupe de population concerné par l'administration du questionnaire.

Au cours de ce travail doctoral, l'adaptation de la partie spécifique du questionnaire a été réalisée en vue d'administrer le questionnaire à des patients atteints de maladie rénale chronique, ainsi qu'à la population adulte française. En effet, parmi les six cohortes impliquées dans le projet de création et validation d'un questionnaire alimentaire court, les cohortes CKD-Rein (cohorte de patients atteints de maladie rénale chronique) et E4N (cohorte d'adultes, cf. partie 1.3., section Matériel et méthodes) ont été les premières disponibles pour mener à bien une étude de validation sur un échantillon d'individus semblable à leur population d'étude.

Partie spécifique à destination des patients atteints de maladie rénale chronique

La partie spécifique du questionnaire à destination des patients atteints de maladie rénale chronique, sur le modèle de la partie qualitative du questionnaire alimentaire E3N (cf. partie 2.1., section Introduction), permet de détailler la consommation d'aliments issus des groupes d'aliments présentés dans le socle commun. Elle est composée de **neuf questions** (détaillées en **Annexe 2**) ayant pour objectif de venir affiner l'estimation des apports en certains nutriments, connus pour être altérés en présence de maladie rénale chronique : les protéines, le calcium, le phosphore, le potassium et le sodium. Sept questions permettent de détailler la consommation d'aliments issus des groupes d'aliments présentés dans le socle commun. Les deux autres questions concernent le sel ajouté à la cuisson et la consommation de plats cuisinés.

Partie spécifique à destination de la population adulte

La partie spécifique du questionnaire à destination de la population adulte est composée d'un total de **10 questions** (détaillées en **Annexe 3**). Si quelques questions permettent de détailler la consommation d'aliments issus des groupes d'aliments présentés dans le socle commun, la majeure partie d'entre elles sont qualitatives et s'intéressent davantage au contexte de l'alimentation. Des questions sur les lieux et conditions de prise de repas (chez soi, au restaurant, seul, devant la télévision,...), sur la provenance des aliments consommés ou encore sur le phénomène de « *binge-drinking* » (consommation d'une grande quantité d'alcool sur une courte période de temps) sont ainsi formulées.

3.1.2. Élaboration de la table de composition alimentaire associée

Afin que les données de consommations alimentaires issues du questionnaire puissent être converties en apports nutritionnels journaliers, **la création d'une table de composition alimentaire associée au questionnaire alimentaire court**, était nécessaire. En collaboration avec une diététicienne de l'équipe « Générations et Santé », nous avons créé cette table, au cours de ce travail doctoral. Pour ce faire, nous avons utilisé les données nutritionnelles du Ciqua¹⁸³ d'une part, et les données de l'étude INCA2²⁰ d'autre part, pour pondérer la composition

nutritionnelle de chaque item du questionnaire. En effet, les items du questionnaire court correspondent à des groupes alimentaires constitués de plusieurs aliments. Or, les compositions nutritionnelles du Ciqua sont disponibles pour des aliments et non pour des groupes d'aliments. La composition nutritionnelle d'un item du questionnaire nécessitait donc d'être une moyenne pondérée des compositions nutritionnelles des différents aliments le constituant.

Plus précisément, les données de l'étude INCA2 ont été utilisées afin d'obtenir les quantités moyennes consommées de chaque aliment à l'échelle nationale (les données INCA2 sont recueillies sur un échantillon représentatif de la population adulte française). L'exemple de la décomposition de l'item « Pâtes, riz, semoule, blé, boulghour, quinoa, tapioca " blancs " » est présenté en **Figure 20**. Dans un premier temps, nous avons récolté l'ensemble des aliments consommés dans l'étude INCA2 se rattachant à cet item. Puis, nous avons calculé les consommations moyennes journalières de l'ensemble de ces aliments. Chaque aliment INCA2 a ensuite été rapproché de la dénomination Ciqua la plus proche, et les facteurs de pondération de chaque aliment ont été calculés. D'après la **Figure 20**, la composition nutritionnelle de l'item « Pâtes, riz, semoule, blé, boulghour, quinoa, tapioca " blancs " » est ainsi équivalente à la composition nutritionnelle des « pâtes alimentaires cuites », du « riz blanc, cuit », du « couscous, graine cuite », des « pâtes alimentaires aux œufs, cuites » et du « blé dur précuit, grains entiers, cuit » à hauteur de 54%, 32%, 9%, 3% et 2% respectivement.

Items FFQ	Code INCA	Libellé INCA	Qtés en grammes	Ciqual	% Initial	Regroupements	% Final
05- Pâtes, riz, semoule, blé, boulghour, quinoa, tapioca « blancs »	9081	Blé dur précuit nature type ebyl	1.53	Blé dur précuit; grains entiers, cuit	2.22	2,22	2,22
	9104	Riz blanc cuit	19,45	<i>Riz blanc, cuit</i>	28,20	32,22	32,24
	9105	Riz blanc étuvé cuit	0,18	Riz blanc étuvé, cuit	0,26		
	9615	Polenta ou semoule de maïs cuite	0,27	Polenta ou semoule de maïs, cuite	0,40		
	9683	Couscous (graine seule) semoule cuite	2,45	<i>Couscous, graine cuite</i>	3,56	8,51	8,51
	9811	Pâtes alimentaires cuites	34,68	Pâtes alimentaires cuites	50,28	54,11	54,14
	9822	Pâtes alimentaires aux oeufs cuites	1,99	Pâtes alimentaires aux oeufs, cuites	2,88	2,88	2,88
	25085	Pâtes à la boloignaise	0,00				
	25908	Soupe à la volaille et aux vermicelles préemballée à réchauffer ou déshydratée	0,43	Pâtes alimentaires cuites	0,62		
	25088	Riz cantonais	0,81	<i>Riz blanc, cuit</i>	1,18		
	25109	Spaghettis à la sauce tomate	0,12	Pâtes alimentaires cuites	0,18		
	25122	Gratin de pâtes	0,66	Pâtes alimentaires cuites	0,95		
	25608	Taboulé ou salade de couscous	1,81	Couscous, graine cuite	2,63		
	25614	Salade de riz	0,36	<i>Riz blanc, cuit</i>	0,52		
	25615	Salade de pâtes végétarienne	0,30	Pâtes alimentaires cuites	0,44		
	25135	Pâtes à la carbonara	0,64	Pâtes alimentaires cuites	0,92		
	25922	Soupe chinoise	0,49	Pâtes alimentaires cuites	0,71		
25031	Paëlla	1,41	<i>Riz blanc, cuit</i>	2,05			
25127	Couscous royal à la viande	1,33	<i>Couscous, graine cuite</i>	1,93			
25138	Couscous au poulet	0,05					
TOTAL			68,97		100	99,93	100

Figure 20 : Extrait de la table de composition alimentaire associée au questionnaire alimentaire court.

3.1.3. Protocole de validation du questionnaire

Avant toute administration d'un FFQ à une population, il est primordial que celui-ci ait été au préalable validé¹⁸⁸. Pour valider les données issues du questionnaire alimentaire court, nous avons choisi d'utiliser des rappels de 24h en tant que méthode de référence (cf. partie 2.1.3., section Introduction). Une étude de validation sera effectuée par groupe de population d'intérêt.

Le protocole retenu pour le déroulement de chaque étude de validation est détaillé dans la **Figure 21**.

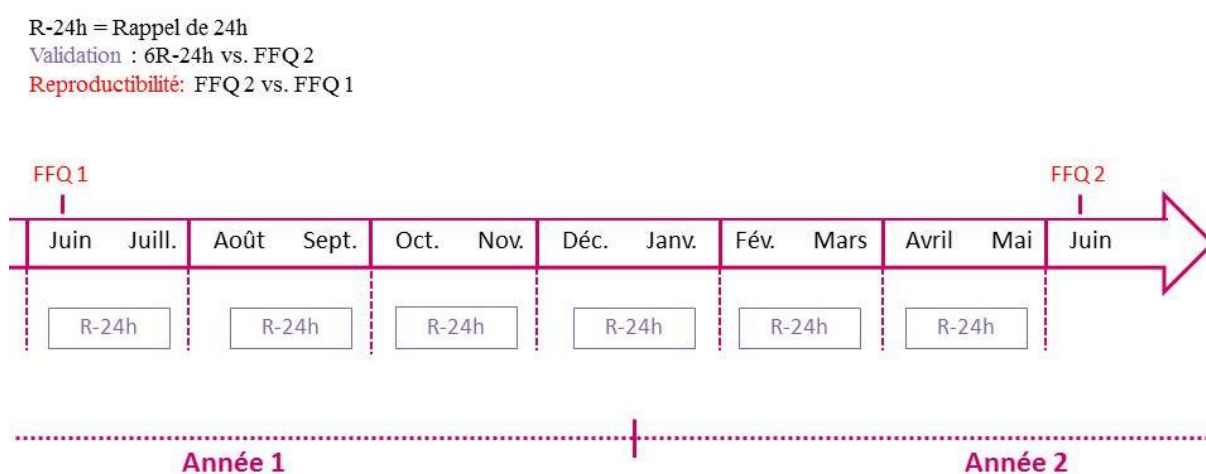


Figure 21 : Déroulement d'une étude de validation dans le cadre du projet de conception et validation d'un questionnaire alimentaire court.

Les participants à l'étude de validation sont invités à répondre au même questionnaire deux fois, à un an d'intervalle, au temps T0 (remplissage pour la première fois du FFQ, nommé FFQ1) et T1 (remplissage pour la seconde fois du FFQ, nommé FFQ2) afin de tester **la reproductibilité du questionnaire**. Le questionnaire est auto-administré. Au cours de cette période d'un an, les participants sont également contactés par une diététicienne, tous les deux mois, par téléphone, pour effectuer un rappel de 24h. Six rappels de 24h par participant sont effectués au total. Les jours où sont effectués les rappels de 24h sont tirés au sort afin que la répartition semaine/week-end soit prise en compte comme dans la réalité (l'alimentation au cours de la semaine diffère généralement de celle du week-end). Grâce à la répartition des rappels de 24h tout au long de l'année, la saisonnalité de l'alimentation est également prise en compte. **La validité du questionnaire** est testée en comparant les données issues du deuxième questionnaire (FFQ2) à celles issues des rappels de 24h, les deux méthodes couvrant la même période de temps.

Les participants ne sont pas informés à l'avance du jour du rappel de 24h. Ils ont préalablement reçu le cahier photos associé à l'étude E3N (*cf.* partie 2.3., section Matériels et Méthodes), afin de les aider à estimer les quantités d'aliments consommés, au moment du rappel de 24h.

Les consommations alimentaires des participants sont saisies dans le logiciel Nutrilog (v2.70d), par la diététicienne, au cours de l'entretien téléphonique. Les données alimentaires sont instantanément converties en données nutritionnelles par le logiciel qui s'appuie la table de composition alimentaire nationale du Ciqual¹⁸³. Afin de permettre la comparaison des données alimentaires issues des deux méthodes, les aliments déclarés dans les rappels de 24h sont par la suite regroupés en fonction des groupes alimentaires décrits dans le questionnaire.

3.1.4. Validation du questionnaire chez des patients atteints de maladie rénale chronique

La première étude de validation du questionnaire alimentaire court concerne la version papier du questionnaire. Elle porte sur un échantillon de patients atteints de maladie rénale chronique issus de l'étude CKD-Rein. CKD-Rein⁸³ est une étude de cohorte prospective qui, à partir d'un échantillon représentatif des services de néphrologies français, a inclus 3 033 patients atteints de maladie rénale chronique modérée ou avancée (stade 3 ou 4), entre juillet 2013 et mars 2016.

3.2. Adaptation web du questionnaire

Avant de mener à bien l'étude de validation dans un échantillon de population adulte, **une version web du questionnaire** a été développée au sein de l'équipe « Générations et santé ».

Validation du questionnaire en population générale

Le questionnaire alimentaire court est déployé en ligne, chez des proches des membres de l'équipe « Générations et Santé » (amis, famille, collègues) afin de le valider auprès d'une population adulte.

4. Les données socio-économiques dans E3N

Le premier questionnaire alimentaire déployé dans E3N en 1993 est pris comme référence dans l'ensemble des analyses liées à E3N reportées dans ce manuscrit. Les données socio-économiques et covariables de 1993 ont ainsi été utilisées.

4.1. Les données individuelles

Le **niveau d'éducation** des femmes a été renseigné au premier questionnaire déployé dans l'étude, en 1991. Six modalités de réponse étaient proposées : 1) pas d'études, 2) certificat d'études, 3) BEPC (brevet d'études du premier cycle du second degré) – CAP (certificat d'aptitude professionnelle), 4) bac à bac+2, 5) bac+3 à bac+4, 6) au moins bac+5. Certaines modalités ayant de faibles effectifs, nous avons choisi de regrouper ensemble les trois premières modalités ainsi que les modalités 5 et 6. Le niveau d'éducation est utilisé comme variable catégorielle à 3 modalités : niveau d'études inférieur au baccalauréat, niveau d'études compris entre le bac et le bac+2 et niveau d'études supérieur à bac+2.

À titre d'illustration, 89% des femmes E3N incluses dans la population d'étude de mon premier objectif scientifique (*cf.* partie 7.1.1, section Matériel et Méthodes) avaient obtenu le baccalauréat. En France, en 1940, 2,9% des femmes étaient bachelières. Elles étaient 21,5% en 1970¹⁸⁹.

En 1993, il a été demandé aux femmes E3N de renseigner si oui ou non elles avaient une **activité professionnelle** au moment du remplissage du questionnaire. La variable « activité professionnelle » a ainsi été catégorisée en deux modalités : avec activité professionnelle et sans activité professionnelle. Les femmes de la catégorie « sans activité professionnelle » peuvent être à la retraite, au chômage ou mères au foyer.

En 1992, les femmes E3N étaient invitées à renseigner leur **emploi le plus récent**. Elles avaient le choix entre 40 modalités différentes : la modalité « sans activité professionnelle », 10 modalités relatives à des emplois de l'enseignement dans l'éducation nationale, 12 modalités relatives à des emplois de l'éducation nationale hors enseignement et 17 modalités relatives à des emplois hors éducation nationale (**Figure 22**).

7 QUELLE EST(ÉTAIT) LA DERNIÈRE ACTIVITÉ PROFESSIONNELLE DE : VOUS-MÊME

PAS D'ACTIVITÉ PROFESSIONNELLE PAS DE CONJOIN

ÉDUCATION NATIONALE

ENSEIGNANT

DIRECTEUR D'ÉCOLE 1^{er} DEGRÉ

INSTITUTEUR

AGRÉGÉ

CERTIFIÉ

ADJOINT D'ENSEIGNEMENT

PEGC

PROF. LYCÉE PROFESSIONNEL

MAÎTRE AUXILIAIRE

NON ENSEIGNANT

Z-ICI

DIRECTION - INSPECTION

CHEF D'ÉTABLISSEMENT 2nd DEGRÉ

ATTACHÉ

CONSEILLER D'ÉDUCATION

SECRÉTAIRE

INFIRMIER(E)

COMMIS, AGENT OU ADJOINT ADMINISTRATIF

STÉNO-DACTYLO

OUVRIER - CONTREMAÎTRE

AGENT DE BUREAU

AGENT D'ÉTABLISSEMENT D'ENSEIGNEMENT

AUTRE : en clair

HORS ÉDUCATION NATIONALE

AGRICULTEUR EXPLOITANT

ARTISAN

COMMERÇANT ET ASSIMILÉ

CHEF D'ENTREPRISE (10 SALARIÉS OU PLUS)

PROFESSION LIBÉRALE

CADRE FONCTION PUBLIQUE, PROFESSION INTELLECTUELLE, ARTISTIQUE

CADRE D'ENTREPRISE, PROFESSION INTERMÉDIAIRE DE LA SANTÉ, FONCTION PUBLIQUE ET ASSIMILÉ

PROFESSION INTERMÉDIAIRE ADMINISTRATIVE ET COMMERCIALE DES ENTREPRISES

TECHNICIEN

CONTREMAÎTRE - AGENT DE MAÎTRISE

EMPLOYÉ DE LA FONCTION PUBLIQUE

EMPLOYÉ ADMINISTRATIF D'ENTREPRISE

EMPLOYÉ DE COMMERCE

PERSONNEL DES SERVICES DIRECTS AUX PARTICULIERS

OUVRIER QUALIFIÉ

OUVRIER NON QUALIFIÉ

OUVRIER AGRICOLE

Figure 22 : Modalités de réponses des femmes E3N à la question relative à leur emploi le plus récent.

NB : La modalité « professeur d'université » a été rajoutée *a posteriori* à la catégorie des emplois de l'enseignement dans l'éducation nationale du fait du nombre conséquent de femmes ayant ajouté spontanément cette modalité au moment du remplissage du questionnaire.

Un **salaires annuel** a été attribué à chacune de ces modalités et par extension à chaque femme E3N grâce à deux ouvrages de l'INSEE répertoriant les salaires relatifs à différentes professions des secteurs de la fonction publique, de l'industrie, des commerces et des services en France en 1992^{190;191}. La variable « salaire annuel » a été catégorisée en quartiles de revenus.

En 1992, les femmes E3N étaient invitées à détailler le nombre de grossesses qu'elles avaient eu au cours de leur vie ainsi que l'issue de celles-ci (naissance d'un ou plusieurs enfants, fausse couche spontanée, grossesse extra-utérine ou interruption volontaire de grossesse). **Le nombre d'enfants** de chaque femme E3N a ainsi été déduit et catégorisé en quatre modalités : aucun enfant, 1 enfant, 2 enfants, 3 enfants ou plus.

Le statut marital des femmes E3N avait été recueilli en 1991. Les femmes étaient invitées à renseigner si oui ou non elles vivaient en couple. Le statut marital est donc une variable catégorielle à 2 modalités : en couple et célibataire. Nous faisons l'hypothèse que peu de changements de statut marital ont eu lieu entre 1991 et 1993.

La situation familiale est une variable composite formée à partir des données liées au statut marital et au nombre d'enfants. C'est une variable catégorielle à 4 modalités : célibataire et sans enfants, célibataire avec au moins un enfant, en couple et sans enfants, en couple avec au moins un enfant.

4.2. Les données contextuelles

Lors du quatrième questionnaire de l'étude, en 1995, les femmes ont renseigné le code postal de leur commune de naissance. À partir du département de naissance, nous avons choisi de regrouper les femmes selon leur **région de naissance**. La région de naissance des femmes E3N est une variable catégorielle à 8 modalités : Nord, Ouest, Est, Sud, Centre, Ile-de-France, DOM-TOM et étranger.

Le code postal de la commune de résidence est extrait de l'adresse à laquelle est envoyé chaque questionnaire. Le code postal de la commune de résidence était donc disponible en 1993. À partir du département de résidence, nous avons choisi de regrouper les femmes selon leur **région de résidence**. La région de résidence des femmes E3N est une variable catégorielle à 6 modalités : Nord, Ouest, Est, Sud, Centre et Ile-de-France.

À partir du code postal de la commune de résidence, **la taille de la commune de résidence** a pu être déterminée *via* des données de l'INSEE¹⁹². La taille de la commune de résidence a été catégorisée de la manière suivante : commune rurale (moins de 2 000 habitants), commune quasi-rurale (de 2 000 à 9 999 habitants), commune quasi-urbaine (de 10 000 à 99 999 habitants) et commune urbaine (au-delà de 100 000 habitants).

À partir du code postal de la commune de résidence des femmes E3N, un **indice de défaveur sociale**, le 'FDep99'¹⁹³, a pu être attribué à chacune d'entre elles. Le « FDep99 » est un indice

développé dans un contexte français, à l'échelle de la commune. Pour chaque commune, il prend en compte quatre variables pour lesquelles les informations ont été recueillies *via* le recensement de la population française de 1999 et les impôts sur le revenu de 2001¹⁹². Ces quatre variables sont : le revenu médian des foyers, le pourcentage d'individus ayant eu leur baccalauréat chez les 15 ans et plus, le pourcentage d'ouvriers dans la population active et le taux de chômage.

Le FDep a été attribué à 30 558 communes en France (sur 36 373 au total). Pour l'ensemble de ces communes le seuil médian du FDep est de 0,40. Dans la population d'étude E3N utilisée pour répondre à mon premier objectif scientifique (*cf.* partie 7.1.1, section Matériel et Méthodes), ce sont 25% des femmes qui vivent dans des communes qui ont un FDep supérieur à ce seuil.

Au quatrième questionnaire déployé dans l'étude E3N, en 1995, les femmes étaient invitées à renseigner **la taille de leur commune de travail** selon deux modalités : commune de 10 000 habitants ou moins et commune de plus de 10 000 habitants. Ces données n'étaient pas disponibles en 1993 et nous faisons l'hypothèse que peu de femmes sont passées d'une catégorie à l'autre entre 1993 et 1995.

5. Les covariables recueillies en 1993

L'**âge** de la femme a été calculé à partir de sa date de naissance et de la date de remplissage (ou à défaut la date de retour) du questionnaire de 1993. La variable « âge » est catégorisée en quartiles.

L'**indice de masse corporelle** de la femme a été calculé à partir du poids et de la taille renseignés au questionnaire de 1993. Les catégories correspondantes aux seuils internationaux ont été utilisées : IMC < 18,5 kg/m² (dénutrition), IMC compris entre 18,5 kg/m² et 25 kg/m² (référence, IMC considéré « normal »), IMC compris entre 25 kg/m² et 30 kg/m² (surpoids), IMC ≥ 30 kg/m² (obésité).

À titre d'illustration, dans la population d'étude E3N utilisée pour répondre à mon premier objectif scientifique (*cf.* partie 7.1.1, section Matériel et Méthodes), 16% des femmes E3N étaient en surpoids en 1993 et 4% étaient obèses. En 1997, elles étaient 22% en surpoids et 5% obèses (N=6% de données manquantes). D'après les données Obépi¹⁹⁴, la prévalence du surpoids en France en 1997 était comprise entre 24% et 36% et celle de l'obésité entre 10% et 12% pour les femmes âgés de 45 à 65 ans et plus.

Des renseignements sur le **statut tabagique** des femmes ont été recueillis en 1993. Les modalités de réponses suivantes étaient disponibles : fumeuses régulières (au moins une cigarette par jour), fumeuses occasionnelles, anciennes fumeuses régulières, anciennes fumeuses occasionnelles ou non fumeuses (n'ayant jamais fumé). Les effectifs des catégories « fumeuses occasionnelles » et « anciennes fumeuses occasionnelles » étant faibles, ces catégories ont été fusionnées avec les suivantes : « fumeuses régulières » et « anciennes fumeuses régulières », respectivement. Le statut tabagique est ainsi défini en trois classes : fumeuses, ex-fumeuses, non fumeuses.

Dans la population d'étude E3N utilisée pour répondre à mon premier objectif scientifique, 14% des femmes E3N étaient fumeuses en 1993. Elles étaient environ 21% dans la population française¹⁹⁵.

Des données sur l'**activité physique** ont également été collectées en 1993. Ces données portaient sur la pratique d'un sport, la marche à pied, le nombre d'étages montés au cours d'une journée et les activités liées au bricolage, au jardinage et au vélo. Pour chaque type d'activité, une dépense énergétique par rapport à la dépense énergétique au repos, en MET-h (équivalent métabolique pour une heure, *Metabolic equivalent task for an hour*) a été attribuée en se basant sur les recommandations du *Compendium of Physical Activities*^{196,197}. À partir de la fréquence et

de la durée de pratique, le nombre de MET-h par semaine a été estimé. La variable « activité physique » est catégorisée en quartiles.

6. Les cas de cancer dans E3N

6.1. Toute localisation confondue

6.1.1. Source d'informations sur les cas

L'état de santé des femmes E3N est actualisé tout au long du suivi, chaque questionnaire comportant une section réservée à leur état de santé. Elles y déclarent les nouveaux événements de santé survenus depuis leur réponse au dernier questionnaire, notamment les cas de cancers, en précisant les dates de diagnostic. Dans cette section, les femmes sont également invitées, si elles l'acceptent, à fournir les coordonnées de leur(s) médecin(s) afin de permettre le recueil d'informations complémentaires sur l'événement déclaré. Les informations liées à un diagnostic de cancer chez une femme E3N proviennent principalement de ces questionnaires de suivi. Cependant ces informations peuvent aussi être spontanément déclarées par la participante, un proche, ou le médecin traitant. Elles peuvent aussi être obtenues par les causes de décès le cas échéant.

6.1.2. Validation des cas de cancer

Suite à la déclaration d'un cancer et selon les documents fournis par les femmes, un courrier est adressé aux médecins afin de confirmer le cancer déclaré et de recueillir plusieurs documents : les comptes-rendus anatomo-pathologiques ainsi que ceux de la RCP (Réunion de Concertation Pluridisciplinaire) et de l'hospitalisation. Ces comptes-rendus permettent ensuite de valider le cas déclaré, d'obtenir une date de diagnostic précise (date du compte-rendu histologique), des informations sur les caractéristiques tumorales ainsi que le bilan d'extension de la maladie. Les informations sur les causes de décès sont aussi utilisées pour identifier les cas de cancer non rapportés dans les questionnaires de suivi. Cependant, si aucune information supplémentaire sur le cancer ne peut être obtenue, la date de diagnostic reste inconnue et les données de ces femmes sont systématiquement censurées à la date du dernier questionnaire rempli (le suivi de ces femmes s'arrête à ce moment et elles sont considérées comme des non-cas jusqu'à cette date).

Au 1^{er} juin 2016, il y avait **un taux de validation global de 84,8%** pour l'ensemble des cancers identifiés entre 1990 et 2011, toute localisation confondue (soit 14 586 cas au total).

6.2. Les principaux sous-types dans E3N

Entre 1990 et 2011, **les principaux sous-types de cancer déclarés dans l'étude E3N**, par ordre croissant de fréquence, étaient les suivants : les cancers du sein (44,7% des cas de cancer, N = 6 525), les cancers de la peau basocellulaire (17,3% des cas de cancer, N = 2 530), les mélanomes et cancers de la peau spinocellulaires (12,5% des cas de cancer, N = 1 828), les

cancers colorectaux (6,4% des cas de cancer, N = 936), les cancers de la thyroïde (3,6% des cas de cancer, N = 524 cas), les cancers de l'endomètre (3,5 % des cas de cancer, N = 511) et les cancers de l'ovaire (3,2% des cas de cancer, N = 465). Du fait des caractéristiques socio-démographiques de la population E3N (femmes plus éduquées et plus attentives à leurs comportements de santé que la population générale), les cancers du poumon sont sous-représentés dans cette population par comparaison à la population générale.

En ce qui concerne le taux de validation, il était de 94,0% pour les cancers du sein identifiés entre 1990 et 2011, de 84,3% pour les cancers de la peau basocellulaires, de 61,3% pour les mélanomes et cancers de la peau spinocellulaires, de 86,6% pour les cancers colorectaux, de 85,5% pour les cancers de la thyroïde, de 100% pour les cancers de l'endomètre et de 88,2% pour les cancers de l'ovaire.

7. Analyses statistiques

7.1. Populations d'études

7.1.1. Alimentation et environnement socio-économique dans la population E3N

Le premier objectif de ma thèse est d'étudier les associations entre alimentation et environnement socio-économique dans la cohorte E3N. Pour cela, j'ai sélectionné les femmes ayant répondu au premier questionnaire alimentaire en 1993 (N=74 522) et j'ai exclu celles considérées comme sous- ou sur-déclarantes (N=1 491). Dans E3N, les femmes considérées comme sous- et sur-déclarantes sont celles qui correspondent aux percentiles extrêmes de la distribution du ratio¹⁹⁸ « apport énergétique total/métabolisme de base »⁶⁴. Le métabolisme de base est calculé *via* l'équation de Schofield¹⁹⁹, adaptée aux femmes, et qui prend en compte leur âge, leur poids et leur taille.

Pour répondre au premier objectif scientifique de ce travail doctoral, les données de 73 031 femmes E3N sont utilisées.

7.1.2. Évolution de l'alimentation et environnement socio-économique dans la population E3N

Le deuxième objectif scientifique de ma thèse est d'analyser les facteurs socio-économiques individuels et contextuels associés à une évolution de l'alimentation sur le long terme, et plus précisément à une augmentation de la consommation de fruits et légumes au cours du temps. Pour cela, j'ai sélectionné les femmes E3N ayant répondu aux deux questionnaires alimentaires, le premier en 1993 et le second en 2005 (N=60 380). Puis, j'ai exclu les femmes considérées comme sous- ou sur- déclarantes à chacun des questionnaires (N=1 105 et N=1 082 femmes en 1993 et 2005 respectivement).

Pour répondre au deuxième objectif scientifique de ce travail doctoral, les données de 58 193 femmes E3N sont utilisées.

7.1.3. Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de l'alimentation, selon l'environnement socio-économique, dans la population E3N

Le troisième objectif scientifique de ma thèse est d'analyser l'influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution à long terme de la consommation de fruits et légumes, selon l'environnement socio-économique des individus et certaines caractéristiques tumorales (localisation et stade au diagnostic). Pour cela, j'ai sélectionné les femmes E3N ayant répondu aux deux questionnaires alimentaires, le premier en 1993 et le second en 2005 (N=60 380). Puis, j'ai exclu les femmes considérées comme sous- ou sur- déclarantes à chacun des questionnaires (N=1 105 et N=1 082 femmes en 1993 et 2005 respectivement), les femmes ayant des valeurs

extrêmes en ce qui concerne l'augmentation relative de la consommation de fruits et légumes entre 1993 et 2005 (N=719 femmes incluses dans le percentile supérieur extrême de la distribution de cette augmentation relative et ayant une augmentation de leur consommation en 2005 huit fois supérieure à celle déclarée en 1993), les femmes ayant une consommation en fruits et/ou légumes nulle en 1993 (N=387, afin de permettre le calcul de l'augmentation relative de leur consommation) et les femmes ayant eu un cancer avant 1993 (N=3 106).

Pour répondre au troisième objectif scientifique de ce travail doctoral, les données de 53 981 femmes E3N sont utilisées. Parmi ces femmes, 4 619 ont eu un diagnostic de cancer entre 1993 et 2005, et 8 851 femmes ont eu une maladie chronique autre que le cancer, telle qu'un diabète, une maladie cardiovasculaire ou de l'hypertension. Ainsi, 40 511 femmes n'ont eu aucune de ces maladies entre 1993 et 2005.

7.1.4. Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

7.1.4.1. Validation du questionnaire papier, en population spécifique

Le premier objectif méthodologique de ma thèse est de créer un questionnaire alimentaire court et de le valider sous format papier dans une population de patients atteints de maladie rénale chronique. L'échantillon requis pour l'étude de validation a été formé à partir d'individus issus de la cohorte CKD-Rein⁸³ (cf. partie 3.1.4., section Matériels et Méthodes). Le questionnaire a été envoyé à 301 participants CKD-Rein qui avaient précédemment été informés de l'objectif et du déroulement de l'étude et qui avaient donné leur consentement pour y participer. Il était demandé aux participants de compléter le questionnaire deux fois, à un an d'intervalle, en juin 2014 et juin 2015 (cf. partie 3.1.3., section Matériels et Méthodes). Au total, 208 participants ont rempli le questionnaire deux fois. Parmi eux, les participants considérés comme sous- ou sur-déclarant ont été exclus (N=7). Enfin, 127 participants ont également répondu aux six rappels de 24h.

Au final, les données de 201 et 127 individus atteints de maladie rénale chronique ont été utilisées pour étudier respectivement la reproductibilité et la validité du questionnaire.

7.1.4.2. Validation du questionnaire en ligne, en population générale

Le second objectif méthodologique de ma thèse est de valider la version en ligne du questionnaire alimentaire court, auprès d'un échantillon d'adultes français. 346 individus volontaires ont donné leur consentement pour participer à l'étude de validation du questionnaire. Parmi eux, 319 ont répondu au questionnaire en ligne en février 2016, suite à une campagne de recrutement sur affiches, *e-mailing* et contact auprès du réseau du personnel de l'équipe de recherche. Ils étaient 229 à le remplir un an plus tard en février 2017. Les participants considérés comme sous- ou sur- déclarant à chacun des questionnaires ont été exclus (N=6). Au-delà de répondre aux deux questionnaires, 92 participants ont accepté de répondre à au moins 3 rappels de 24h. Le taux de participation à cette étude était plus difficile à maintenir que celui de l'étude de validation menée auprès de patients atteints de maladie rénale chronique (la population adulte ayant plus fréquemment une activité professionnelle et étant par conséquent plus difficilement joignable que les patients CKD-Rein plus âgés). Nous avons donc fait le choix d'inclure dans l'étude de validation tous les individus ayant répondu à au moins 3 rappels de 24h (dans l'étude chez les patients atteints de maladie rénale chronique, seuls les individus avec des données complètes pour les 6 rappels de 24h étaient inclus).

Ainsi, les données de 223 et 92 adultes ont été utilisées pour étudier respectivement la reproductibilité et la validité du questionnaire.

7.2. Gestion des valeurs manquantes

Lorsqu'une variable présente moins de 5% de données manquantes, ces dernières sont imputées par le mode pour les variables qualitatives, par la médiane pour les variables quantitatives. Lorsqu'une variable présente plus de 5% de données manquantes, une catégorie manquante est créée et incluse dans les analyses.

7.3. Analyses descriptives

Pour chaque axe de ce travail doctoral, les caractéristiques des individus de la population d'étude sont établies à l'inclusion, selon la variable d'exposition principale ou, dans le cas du troisième objectif scientifique de ce travail (étude de l'évolution de l'alimentation suite à un diagnostic de cancer), selon le statut cas/non cas des femmes E3N. Les analyses descriptives sont réalisées en utilisant des statistiques usuelles : moyenne et écart-type pour les variables continues, description des fréquences pour les variables catégorielles.

7.4. Identification de profils alimentaires : l'analyse en classes latentes

L'analyse en classes latentes (LCA pour *Latent Class Analysis*)²⁰⁰ est la méthode que nous avons retenue pour dériver des profils alimentaires. La méthode LCA est une méthode statistique qui implique la construction de classes latentes (dans notre cas, des profils alimentaires), c'est-à-dire de sous-groupes ou segments non-observés (latents) de cas (observations, individus). Les classes latentes sont construites en se basant sur les réponses observées des cas (ici, les femmes E3N), sur un ensemble de variables indicatrices catégorielles (dans notre cas, les consommations journalières des principaux groupes alimentaires). Afin de déterminer le nombre optimal de profils alimentaires à obtenir et de choisir la meilleure catégorisation des consommations alimentaires à mettre en place (tertiles, quartiles ou quintiles par exemple), quatre indicateurs sont utilisés : le critère d'information bayésien (BIC), le critère d'information d'Akaike, la log-vraisemblance (ces trois indicateurs doivent être les plus bas possible) et les probabilités d'appartenir à chaque classe (ces probabilités doivent être les plus élevées possible pour les individus affectés dans une classe donnée).

Au vu de ces critères, dans l'étude E3N, l'obtention de quatre profils alimentaires était une option. Cependant deux des profils obtenus correspondaient à des versions modérées des deux profils finalement sélectionnés. Nous avons décidé de ne conserver que les deux profils alimentaires « favorable à la santé » et « moins favorable à la santé », afin d'augmenter la puissance statistique de nos analyses.

Le modèle LCA estime une probabilité *a posteriori* d'appartenir aux différentes classes latentes. Chaque individu est ensuite affecté à la classe avec la plus forte probabilité d'appartenance. Les classes obtenues sont donc, par construction, **mutuellement exclusives**.

Les 208 groupes alimentaires renseignés dans le questionnaire d'histoire alimentaire de l'étude E3N ont été regroupés en 57 groupes alimentaires, tel que précédemment décrit⁶⁴. Les consommations individuelles journalières de ces 57 groupes alimentaires ont été catégorisées de la manière suivante : les non consommatrices ont été isolées et des tertiles de consommation ont été dérivés chez les consommatrices, menant ainsi à l'obtention de quatre catégories de consommation par groupe alimentaire. L'analyse en classes latentes a donc été réalisée sur les 57 groupes alimentaires, catégorisés selon ces quatre modalités.

La procédure LCA (PROC LCA) disponible sous le logiciel SAS et développée par l'Université d'Etat de Pennsylvanie²⁰⁰ a été utilisée pour réaliser les analyses en classes latentes.

7.5. Analyses de risque

7.5.1. La régression logistique

7.5.1.1. Définition

La régression logistique est un modèle permettant d'exprimer la relation entre une variable dichotomique d'intérêt (le fait d'avoir ou non une alimentation favorable à la santé dans le cas de l'objectif scientifique 1 de ce travail et le fait d'augmenter ou non sa consommation de fruits et légumes sur le long terme dans le cas de l'objectif scientifique 2 de ce travail) et des variables quantitatives ou qualitatives (ici, les facteurs socio-économiques et les covariables d'ajustement)²⁰¹. Ce modèle permet de calculer la probabilité de survenue de l'événement (ici avoir une alimentation favorable à la santé ou augmenter sa consommation de fruits et légumes sur le long terme).

$E = 1$ signifie que l'individu présente l'événement. La probabilité d'être concerné par l'événement sachant l'exposition aux différentes variables explicatives (X_i) s'écrit alors :

$$P(E = 1|X_1, \dots, X_p) = \frac{1}{1 + e^{\{-(\alpha + \sum_{i=1}^p \beta_i X_i)\}}}$$

Si on note : $\text{Logit } P = \ln \frac{p}{1-p}$, alors on peut écrire que : $\text{Logit } P = \alpha + \sum_{i=1}^p \beta_i X_i$

7.5.1.2. Odds-Ratio

L'intérêt de la régression logistique n'est pas d'estimer un risque absolu, mais de comparer le risque entre individus selon leur niveau d'exposition. La fonction Logit permet de faire le lien entre les paramètres du modèle logistique et le calcul d'un *odds ratio* (OR). Dans le cas d'une variable explicative X à deux niveaux x_0 et x_1 , l'*odds ratio* entre les deux groupes vaut :

$$OR = \frac{\frac{P_1}{1-P_1}}{\frac{P_0}{1-P_0}} = e^{\beta(x_1-x_0)}$$

Où $P_0 = P(E = 1|X = x_0)$ et $P_1 = P(E = 1|X = x_1)$

7.5.2. La régression linéaire

La régression linéaire permet d'exprimer la valeur moyenne d'une variable Y quantitative (par exemple l'évolution relative de la consommation de fruits et légumes dans le cas de l'objectif scientifique 3 de ce travail) en fonction des valeurs de E (dans notre cas, le fait d'avoir eu un

cancer ou non) et de X_i (les facteurs socio-économiques et les covariables d'ajustement). Le modèle de régression linéaire multiple s'écrit de la manière suivante :

$$E(Y|E, X_1, \dots, X_p) = \alpha + \beta E + \sum_{i=1}^p \beta_i X_i$$

L'expression $E(Y|E, X_1, \dots, X_p)$ signifie : « moyenne de Y connaissant E, X_1, \dots, X_p ». On dit aussi : « espérance (ou espérance mathématique) de Y conditionnellement à E, X_1, \dots, X_p ».

7.6. Analyses de validité et de reproductibilité du questionnaire alimentaire court

Le protocole de validation du questionnaire alimentaire court (*cf.* partie 3.1.3., section Matériel et Méthodes) retenu est le suivant : le questionnaire de fréquence alimentaire (FFQ) est déployé une première fois (FFQ1) à l'ensemble des individus de l'échantillon et une seconde fois (FFQ2) un an plus tard. Au cours de cet intervalle d'un an, une diététicienne effectue six rappels de 24h par individu. Afin d'étudier la validité du questionnaire, les résultats issus des rappels de 24h sont comparés à ceux issus du FFQ2. Afin d'étudier la reproductibilité du questionnaire, les résultats issus du FFQ1 et du FFQ2 sont comparés entre eux.

7.6.1. Validité

La validité du questionnaire est évaluée en termes de groupes alimentaires et d'apports nutritionnels.

Des coefficients de corrélation bruts de Spearman sont calculés entre les données alimentaires issues du FFQ2 et celles issues des rappels de 24h. Les coefficients sont ensuite corrigés en fonction de la variabilité inter- et intra- individuelle des participants au cours de l'enquête des rappels de 24h^{187;202}. Des coefficients de corrélation de Pearson bruts, ajustés sur l'apport énergétique et corrigés en fonction de la variabilité inter- et intra- individuelle des participants au cours de l'enquête des rappels de 24h, sont calculés entre les données nutritionnelles issues du FFQ2 et celles issues des rappels de 24h. La méthode des résidus est utilisée pour ajuster les coefficients sur l'AET¹⁸⁷. Les apports nutritionnels sont log-transformés avant d'effectuer les analyses, afin que la condition de la distribution normale des valeurs, soit respectée.

Les apports alimentaires et nutritionnels des individus estimés par le FFQ2 et par les rappels de 24h sont divisés en quintiles. Une classification croisée de ces apports estimés par les deux méthodes est effectuée, afin d'évaluer la capacité du FFQ à classer les individus selon leurs apports alimentaires et nutritionnels. La mauvaise classification des individus est définie comme le pourcentage d'individus classés dans les quintiles extrêmes. Pour les groupes alimentaires,

lorsque le nombre de non-consommateurs est trop élevé (proportion supérieure à 20%), la classification croisée est effectuée à partir de trois catégories. Les classes sont alors définies comme suit : classe 1 = ensemble des non consommateurs, classe 2 = consommations, chez les consommateurs, inférieures ou égales à la valeur médiane des consommations, classe 3 = consommations, chez les consommateurs, supérieures à la valeur médiane des consommations.

La concordance entre le FFQ2 et les rappels de 24h en termes d'apports nutritionnels est également évaluée en utilisant la méthode de Bland-Altman. Les apports nutritionnels sont ajustés sur l'énergie. La différence des résultats obtenus entre les deux méthodes (résultats issus du FFQ2 – résultats issus des rappels de 24h) est représentée en fonction de leur moyenne. La différence moyenne ± 1.96 ET permet de calculer les limites de concordance du graphique dans lesquelles 95% des valeurs doivent être comprises idéalement.

7.6.2. Reproductibilité

La reproductibilité du questionnaire est évaluée à la fois pour les groupes alimentaires et les apports nutritionnels.

Des coefficients de corrélation bruts de Spearman et des coefficients de corrélation intra-classes (ICC pour *Intraclass Correlation Coefficient*) sont calculés entre les données alimentaires issues des deux FFQs. Des coefficients de corrélation de Pearson bruts et ajustés sur l'AET ainsi que des ICC sont calculés entre les données nutritionnelles issues des deux FFQs. Les apports nutritionnels sont log-transformés avant d'effectuer les analyses, afin que la condition de la distribution normale des valeurs, soit respectée.

Les apports alimentaires et nutritionnels des individus estimés par chacun des deux FFQs sont divisés en quintiles. Une classification croisée de ces apports estimés par les deux FFQs est effectuée. Comme pour l'étude de validité du questionnaire, lorsque le nombre de non-consommateurs pour les groupes alimentaires est trop élevé (proportion supérieure à 20%), la classification croisée est effectuée à partir de trois catégories (*cf.* partie 7.6.1., section Matériels et Méthodes).

7.7. Logiciel utilisé

Toutes les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS (version 9.4, SAS Institute INC., Cary, North Carolina, USA). Le seuil choisi pour déterminer la significativité des tests statistiques effectués, tous bilatéraux, est de 0.05.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Alimentation et environnement socio-économique dans la population E3N

Cette partie a fait l'objet de la publication « *Socio-economic factors associated with a healthy diet: results from the E3N study* », parue dans *Public Health Nutrition* (Annexe 6).

L'alimentation d'un individu est déterminée par son environnement socio-économique, composé à la fois de facteurs individuels et contextuels (cf. partie 1.2.3., section Introduction). Cependant, bien que l'aspect multifactoriel de l'environnement socio-économique fasse consensus dans la communauté scientifique, son influence a principalement été étudiée jusqu'à présent en ne considérant qu'un seul facteur à la fois²⁰³, généralement le niveau d'éducation²⁰⁴ ou les revenus²⁰⁵. Or, chaque facteur socio-économique a son propre rôle dans la construction de l'environnement socio-économique d'un individu et même si l'ensemble des facteurs socio-économiques liés à l'alimentation sont souvent très liés entre eux, ils ne sont en aucun cas interchangeables^{37;203;205;206}. **Il est donc primordial d'étudier l'influence de l'environnement socio-économique des individus en considérant simultanément plusieurs facteurs.**

De plus, afin de caractériser l'alimentation des individus, de nombreuses études identifient des profils alimentaires à l'aide d'analyses en composantes principales ou factorielles. Ces méthodes conduisent à l'obtention de profils alimentaires non exclusifs : les individus ne sont pas associés à un seul et unique profil alimentaire mais obtiennent des scores d'adhésion à chacun des profils observés.

Par conséquent, **le premier objectif de ce travail** a consisté à étudier les associations entre comportements alimentaires et environnement socio-économique, en considérant simultanément plusieurs facteurs socio-économiques individuels et contextuels. Nous avons pour cela tout d'abord décrit des profils de consommation alimentaire chez les femmes E3N. Si la majorité des études antérieures ont défini des profils alimentaires *via* des méthodes d'analyses en composantes principales ou factorielles, nous avons décidé d'utiliser une méthode originale, l'analyse en classes latentes (cf. partie 7.4, section Matériels et Méthodes) et avons ainsi défini deux profils alimentaires mutuellement exclusifs : le profil « favorable à la santé » et le profil « moins favorable à la santé ». Puis, nous avons modélisé l'association entre les facteurs socio-économiques individuels et contextuels et le profil alimentaire « favorable à la santé » (par rapport à celui « moins favorable à la santé »), à l'aide de régressions logistiques. Les facteurs socio-économiques ont, dans un premier temps été étudiés un à un (modèles univariés), puis simultanément (modèles multivariés).

1.1. Les profils alimentaires

Le profil alimentaire « favorable à la santé », par comparaison avec le profil « moins favorable à la santé » était caractérisé par une plus forte consommation de produits à connotation saine tels que les fruits ($271,7 \pm 185,7$ g/j vs. $241,3 \pm 155,1$ g/j), les légumes cuits ($188,0 \pm 117,2$ g/j vs. $161,5 \pm 89,8$ g/j) ou encore l'huile d'olive ($5,3 \pm 6,3$ g/j vs. $4,3 \pm 5,0$ g/j). En comparant les deux profils, les fruits, les légumes, les céréales, le poisson, l'huile d'olive, les viandes et volailles et le café contribuaient davantage à l'apport énergétique total des femmes du profil « favorable à la santé » alors que les frites, les pizzas, les sandwiches, la charcuterie, le beurre et le vin contribuaient davantage à l'apport énergétique total des femmes du profil « moins favorable à la santé ». Les femmes ayant une alimentation favorable à la santé présentaient un score d'adhésion aux recommandations du PNNS plus élevé ($9,6 \pm 1,9$ vs. $8,5 \pm 2,3$) (**Tableau 1**) et consommaient davantage de fruits, légumes cuits, céréales et huile d'olive que l'ensemble de la population, à hauteur de +6,5%, +8,3%, +10,9% et +11,2% respectivement (**Figure 23**).

Résultats et discussion - Alimentation et environnement socio-économique dans la population E3N

Tableau 1 : Caractéristiques de la population d'étude en fonction des deux profils alimentaires obtenus par analyse en classes latentes (N=73 031).

	Favorable à la santé <i>N=33 350</i>	Moins favorable à la santé <i>N=39 681</i>	Favorable à la santé <i>N=33 350</i>	Moins favorable à la santé <i>N=39 681</i>
	Moyenne (ET) ou %			
	Groupes alimentaires ^a (g/j)		Proportion de calories apportées par groupe alimentaire (% AET)	
Fruits	271,7 (185,7)	241,3 (155,1)	6,9 (4,6)	5,0 (3,1)
Légumes cuits	188,0 (117,2)	161,5 (89,8)	2,2 (1,3)	1,6 (0,8)
Légumes crus	105,2 (62,8)	103,1 (51,5)	1,2 (0,8)	1,0 (0,5)
Céréales	4,9 (14,0)	4,0 (11,5)	0,9 (2,7)	0,6 (1,8)
Poisson	28,8 (24,6)	28,6 (19,6)	1,8(1,6)	1,4 (1,0)
Huile d'olive	5,3 (6,3)	4,3 (5,0)	1,9 (2,2)	1,2 (1,4)
Thé	195,0 (299,2)	180,6 (264,2)	-	-
Frites	5,1 (9,4)	10,8 (11,3)	0,7 (1,3)	1,3 (1,3)
Pizza	14,7 (20,2)	25,4 (22,3)	1,5 (1,9)	2,1 (1,7)
Sandwich	5,5 (18,2)	12,5 (20,1)	0,6 (1,9)	1,1 (1,7)
Charcuterie	7,8 (11,7)	18,4 (14,8)	1,4 (2,0)	2,6 (2,0)
Viande	54,1 (36,1)	60,7 (31,9)	5,4 (3,6)	4,9 (2,6)
Volaille	23,6 (17,3)	25,3 (14,4)	2,2 (1,6)	1,9 (1,1)
Beurre (g de lipides/j)	5,1 (6,7)	7,6 (8,2)	2,4 (2,9)	2,9 (2,8)
Vin	80,8 (129,0)	104,4 (127,8)	2,7 (4,2)	2,9 (3,4)
Café	281,0 (279,1)	299,3 (257,9)	0,6 (0,6)	0,5 (0,4)
	Nutriments ^b (g/j)			
Apport énergétique total (kcal/j)	1960,1 (488,2)	2419,9 (530,8)	ET, Écart-Type ; AET, Apport Énergétique Total ; PNNS, Programme National Nutrition Santé. Des tests de Fisher et du χ^2 pour les variables continues et catégorielles respectivement ont été effectués pour déterminer les <i>p-values</i> issues des comparaisons des variables étudiées en fonction du profil alimentaire. Des <i>p-values</i> < 0,0001 ont été obtenues pour l'ensemble des variables étudiées, à l'exception du poisson où la <i>p-value</i> = 0,3505. Les valeurs les plus élevées d'un profil alimentaire à l'autre sont indiquées en gras.	
Glucides	209,3 (68,0)	255,7 (68,0)		
Lipides	77,4 (23,6)	98,6 (25,9)		
Protéines	90,0 (24,5)	104,0 (23,9)		
Fibres	24,1 (8,3)	25,7 (7,4)		
Alcool	9,5 (13,5)	13,4 (14,0)		
	Score d'adhésion aux recommandations du PNNS ^b			
Score (variable continue)	9,6 (1,9)	8,5 (2,3)		
Score (variable catégorielle : tertiles)				
Score <8,31	22,6	41,8		
8,31 ≤ Score <10,06	34,4	31,8		
Score ≥ 10,06	43,0	26,4		

^a 15 groupes alimentaires majeurs parmi les 57 utilisés pour dériver les profils alimentaires.

^b Variables utilisées pour décrire les profils alimentaires et non impliquées dans la construction des profils.

Résultats et discussion - Alimentation et environnement socio-économique dans la population E3N

Le profil alimentaire « moins favorable à la santé », se caractérisait par des apports énergétiques totaux plus élevés ($2419,9 \pm 530,8$ kcal/j vs. $1960,1 \pm 488,2$ kcal/j) et une plus forte consommation de produits considérés comme non favorables à la santé, tels que les frites ($10,8 \pm 11,3$ g/j vs. $5,1 \pm 9,4$ g/j), la pizza ($25,4 \pm 22,3$ g/j vs. $14,7 \pm 20,2$ g/j), les sandwichs ($12,5 \pm 20,1$ g/j vs. $5,5 \pm 18,2$ g/j) ou encore la charcuterie ($9,6 \pm 1,9$ g/j vs. $8,5 \pm 2,3$ g/j) (**Tableau 1**). Autrement dit, les femmes issues du profil alimentaire moins favorable à la santé consommaient davantage de frites, pizzas, sandwichs, charcuterie, beurre et vin que l'ensemble de la population, et ce à hauteur de +31,4%, +23,7%, +34,3%, +36,1%, +17,4% et +11,5% respectivement (**Figure 23**).

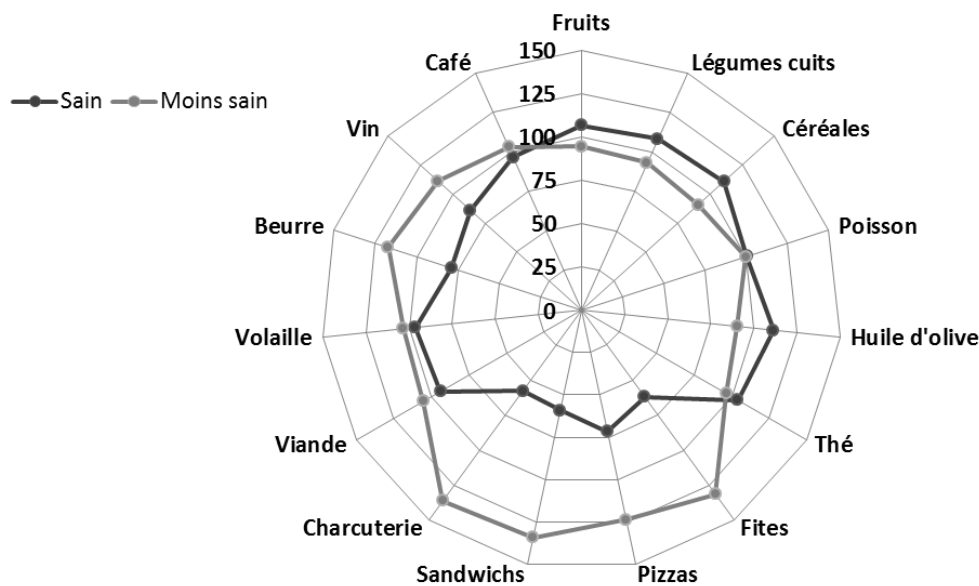


Figure 23 : Proportion de consommation de 15 groupes alimentaires majeurs, chez les femmes issues de chaque profil alimentaire, par comparaison avec l'ensemble de la population (N=73 031) [NB: les consommations de l'ensemble de la population, considérée ici comme référence, correspondent à 100%].

1.2. Caractéristiques de la population d'étude

Parmi les 73 031 femmes incluses dans cette étude, 33 350 d'entre elles avaient un comportement alimentaire favorable à la santé et 39 681 avaient un comportement alimentaire moins favorable à la santé (**Tableau 2**). En comparaison avec les femmes qui suivaient un comportement moins favorable à la santé, celles qui avaient un comportement favorable à la santé étaient plus âgées ($54,3 \pm 6,8$ ans vs. $51,8 \pm 6,3$ ans) et avaient un IMC et un niveau d'activité physique similaires ($22,9 \pm 3,3$ Kg/m² vs. $23,0 \pm 3,2$ Kg/m² et $49,3 \pm 52,5$ MET-h/semaine vs. $49,2 \pm 48,7$ MET-h/semaine, respectivement). La proportion de femmes en situation de surpoids ou d'obésité était similaire dans les deux profils alimentaires (19,9% vs. 20,0%), tout comme celle de fumeuses (13,2% vs. 13,7%).

Tableau 2 : Caractéristiques individuelles des femmes E3N incluses dans l'étude portant sur les associations entre alimentation et environnement socio-économique, en fonction de leur adhésion au comportement alimentaire " favorable à la santé " ou " moins favorable à la santé " (N=73 031).

	Profil favorable à la santé N=33 350	Profil moins favorable à la santé N=39 681
	Moyenne (ET) ou %	Moyenne (ET) ou %
Âge	54,3 (6,8)	51,8 (6,3)
IMC (kg/m²)	22,9 (3,3)	23,0 (3,2)
IMC (classes OMS, kg/m²)		
<18,5	3,9	2,7
18,5-25	76,1	77,3
25-30	16,5	16,3
≥30	3,5	3,7
Activité physique (Met-h/sem)	49,3 (52,5)	49,2 (48,7)
Statut tabagique (%)		
Non fumeuses	55,9	52,5
Ex-fumeuses	30,9	33,8
Fumeuses	13,2	13,7

ET, Ecart-Type ; IMC, Indice de Masse Corporelle ; OMS, Organisation Mondiale de la Santé ; MET-h, équivalent métabolique pour une heure (*Metabolic Equivalent Task*).

1.3. Alimentation et facteurs socio-économiques individuels et contextuels

Modélisation statistique

Les facteurs socio-économiques individuels et contextuels associés à une alimentation favorable à la santé ont été étudiés par des modèles de régression logistique. Dans un premier temps, l'influence de chaque facteur socio-économique a été étudiée de manière isolée et les analyses ont été ajustées sur l'âge et l'AET (modèle 1). Dans un second temps, les analyses ont également été ajustées sur l'IMC, l'activité physique et le statut tabagique (modèle 2). Puis, l'influence simultanée de l'ensemble des facteurs socio-économiques sur le fait d'avoir un comportement alimentaire favorable à la santé a été étudiée (modèle 3). Nous avons préalablement vérifié l'absence de multi-colinéarité entre les facteurs socio-économiques (calcul des coefficients de corrélation de Spearman).

Des études précédentes menées en France suggèrent qu'il existe une interaction entre le niveau d'éducation des individus et leur région d'habitation^{54;207}. Nous avons donc cherché à évaluer si les associations entre le niveau d'éducation des femmes et le fait d'avoir une alimentation favorable à la santé variaient selon leur région d'habitation, en testant l'existence d'une interaction entre la région d'habitation des femmes E3N et le niveau d'éducation.

Résultats obtenus

Les associations observées entre 10 facteurs socio-économiques (individuels et contextuels) et le fait d'avoir une alimentation favorable à la santé sont présentées dans le **Tableau 3**.

Lorsque les facteurs socio-économiques étaient étudiés de manière isolée, les facteurs socio-économiques individuels suivants étaient associés à une plus faible probabilité d'avoir une alimentation favorable à la santé : avoir un ou plusieurs enfants (OR=0,63 [0,60-0,67] pour avoir trois enfants ou plus par rapport à ne pas avoir d'enfants), avoir un niveau d'études intermédiaire (OR=0,84 [0,80-0,89] par rapport à un niveau d'études inférieur au baccalauréat), avoir des revenus intermédiaires (OR=0,91 [0,86-0,97] par rapport à des revenus inférieurs à 115 00 francs/an (soit 16 963 €/an)) et être en couple (OR=0,71 [0,68-0,74] par rapport au fait d'être célibataire).

Les facteurs socio-économiques contextuels associés à une plus forte probabilité d'avoir une alimentation favorable à la santé étaient les suivants : vivre en zone quasi-urbaine ou urbaine (OR=1,08 [1,03-1,14] par rapport au fait de vivre en zone rurale) et travailler dans des villes de

plus de 10 000 habitants (OR=1,14 [1,08-1,19] par rapport à travailler dans des villes de 10 000 habitants ou moins).

Les facteurs socio-économiques contextuels suivants étaient quant à eux associés à une plus faible probabilité d'avoir une alimentation favorable à la santé : vivre dans une zone plus défavorisée (la défaveur sociale ayant été évaluée par l'indice FDep, cf. partie 4.2., section Matériel et Méthodes, OR= 0,90 [0,87-0,94] par rapport au fait de vivre dans une zone moins favorisée, FDep \geq 0,21 vs. FDep $<$ -0,52) et vivre dans une région autre que le sud de la France (ex : OR=0,74 [0,69-0,78] pour le fait de vivre dans l'ouest par rapport au sud de la France).

Enfin, être plus âgée ou obèse était associé à une plus forte probabilité d'avoir une alimentation favorable à la santé (OR=2,41 [2,30-2,53] pour être âgée de plus de 57,7 ans par rapport au fait d'être âgée de 47,2 ans ou moins et OR=1,10 [1,00-1,20] pour le fait d'être obèse par rapport au fait d'avoir un IMC $<$ 25 kg/m²). Avoir un niveau d'activité physique plus élevé ou être une ancienne fumeuse était associé à une moindre probabilité d'avoir une alimentation favorable à la santé (OR=0,92 [0,88-0,96] pour la pratique de plus de 60,7 MET-h/semaine d'activité physique par rapport à celle d'au maximum 22,9 MET-h/semaine et OR=0,90 [0,87-0,94] pour le fait d'être une ancienne fumeuse par rapport à celui de n'avoir jamais fumé de sa vie).

Ces résultats étaient tous issus des modèles ajustés sur l'âge, l'apport énergétique total, l'activité physique, l'indice de masse corporelle et le statut tabagique (modèle 2). Ils étaient comparables à ceux obtenus *via* le modèle 1, ajusté sur l'âge et l'AET seulement.

Lorsque l'ensemble des facteurs socio-économiques étaient considérés de manière simultanée (modèle 3 multi-ajusté, **Tableau 3**), la majorité des associations évoquées ci-dessus étaient maintenues, les forces d'association étant légèrement atténuées. Cependant, le fait d'être plus éduquée (niveau d'études supérieur à deux années universitaires) en comparaison avec le fait d'avoir un niveau d'études inférieur au baccalauréat était alors associé à une plus faible probabilité d'avoir une alimentation favorable à la santé (OR=0,89 [0,83-0,95]). Avoir un emploi par rapport à ne pas en avoir et, avoir des revenus plus élevés (avoir des revenus supérieurs ou égaux à 24 156 € par rapport à des revenus inférieurs à 16 963 €) étaient quant à eux désormais associés à une plus forte probabilité d'avoir une alimentation favorable à la santé (OR=1,22 [1,06-1,40] et OR=1,08 [1,01-1,16], respectivement). Enfin, aucune association avec l'alimentation n'était observée pour l'indice de défaveur sociale et la taille de l'agglomération du lieu de travail.

Résultats et discussion - Alimentation et environnement socio-économique dans la population E3N

Tableau 3 : Facteurs socio-économiques et caractéristiques individuelles associés avec le profil alimentaire favorable à la santé (N=73 031).

	Profil alimentaire favorable à la santé N=33 350 N (%)	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
Facteurs socio-économiques individuels				
Niveau d'éducation				
< Baccalauréat	4130 (50,5)	-	-	-
Moins de 2 années d'études universitaires	17427 (44,9)	0,84 [0,80-0,89]	0,84 [0,80-0,89]	0,84 [0,79-0,90]
Au moins 2 années d'études universitaires	11793 (45,2)	0,96 [0,90-1,01]	0,96 [0,90-1,01]	0,89 [0,83-0,95]
En activité professionnelle				
Non ¹	12348 (54,1)	-	-	-
Oui	21002 (41,8)	1,03 [0,98-1,08]	1,03 [0,98-1,08]	1,22 [1,06-1,40]
Revenus (N=62 713 ; €/an) <i>(N=28 190)</i>				
< 16 963	3497 (45,1)	-	-	-
16 963 -17 713	8789 (44,0)	0,95 [0,89-1,00]	0,95 [0,89-1,00]	1,06 [0,99-1,14]
17 713 - 24 156	6599 (45,7)	0,91 [0,86-0,97]	0,91 [0,86-0,97]	1,02 [0,95-1,09]
≥ 24 156	9305 (45,2)	1,05 [0,99-1,11]	1,05 [0,99-1,12]	1,08 [1,01-1,16]
Nombre d'enfants				
0	4743 (54,7)	-	-	-
1	5704 (49,8)	0,87 [0,81-0,92]	0,86 [0,81-0,92]	0,94 [0,88-1,00]
2	13699 (43,2)	0,69 [0,65-0,73]	0,69 [0,65-0,72]	0,77 [0,73-0,81]
≥3	9204 (43,4)	0,64 [0,60-0,67]	0,63 [0,60-0,67]	0,70 [0,66-0,75]
Statut marital				
Célibataire	6555 (53,7)	-	-	-
En couple	26795 (44,0)	0,72 [0,68-0,75]	0,71 [0,68-0,74]	0,79 [0,75-0,83]

Suite page suivante

Résultats et discussion - Alimentation et environnement socio-économique dans la population E3N

		Profil alimentaire favorable à la santé <i>N=33 350</i> N (%)	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
		OR* (IC 95%)			
Facteurs socio-économiques contextuels					
Région de naissance					
	Sud	10178 (49,0)	-	-	-
	Ouest	3308 (41,9)	0,73 [0,69-0,78]	0,74 [0,69-0,78]	0,88 [0,81-0,94]
	Nord	4196 (41,2)	0,74 [0,70-0,78]	0,74 [0,71-0,79]	0,83 [0,78-0,89]
	Est	5037 (43,9)	0,78 [0,74-0,82]	0,78 [0,74-0,82]	0,84 [0,79-0,90]
	Centre	2878 (44,1)	0,80 [0,76-0,86]	0,81 [0,76-0,86]	0,87 [0,81-0,94]
	IDF	4930 (46,1)	0,89 [0,85-0,94]	0,90 [0,85-0,94]	0,89 [0,84-0,95]
	DOM-TOM	101 (51,5)	0,89 [0,65-1,22]	0,90 [0,65-1,23]	0,90 [0,66-1,24]
	Étranger	2722 (51,6)	1,03 [0,96-1,10]	1,04 [0,97-1,11]	1,06 [0,99-1,13]
Région de résidence					
	Sud	12728 (49,7)	-	-	-
	Ouest	3163 (39,7)	0,70 [0,66-0,74]	0,70 [0,66-0,74]	0,78 [0,72-0,83]
	Nord	3775 (40,2)	0,74 [0,70-0,78]	0,74 [0,71-0,78]	0,84 [0,79-0,91]
	Est	4439 (43,2)	0,80 [0,75-0,84]	0,80 [0,76-0,84]	0,90 [0,84-0,96]
	Centre	2564 (43,3)	0,80 [0,75-0,85]	0,80 [0,75-0,85]	0,88 [0,82-0,95]
	IDF	6681 (48,1)	0,98 [0,93-1,02]	0,98 [0,94-1,03]	1,01 [0,96-1,07]
Taille de l'agglomération de résidence					
	Rurale (<2 000 habitants)	5075 (42,7)	-	-	-
	Quasi-rurale (2 000 à 9 999 habitants)	8169 (43,0)	0,98 [0,93-1,03]	0,98 [0,93-1,03]	0,96 [0,91-1,01]
	Quasi-urbaine (10 000 à 99 999 habitants)	13254 (46,3)	1,08 [1,03-1,14]	1,08 [1,03-1,14]	0,99 [0,94-1,04]
	Urbaine (≥ 10 000 habitants)	6852 (50,5)	1,26 [1,19-1,33]	1,26 [1,19-1,33]	1,08 [1,02-1,15]
Indice de défaveur sociale- FDep99					
	< -0,52 -Défaveur la moins importante	11254 (46,7)	-	-	-
	-0,52 - 0,21	11009 (45,7)	0,95 [0,91-0,99]	0,95 [0,91-0,99]	1,00 [0,96-1,05]
	≥ 0,21	11087 (44,6)	0,90 [0,87-0,94]	0,90 [0,87-0,94]	1,00 [0,95-1,04]
Taille de l'agglomération de travail (N=15 947)					
	≤ 10 000 habitants	4406 (37,7)	-	-	-
	> 10 000 habitants	11541 (42,1)	1,14 [1,08-1,19]	1,14 [1,08-1,19]	1,03 [0,97-1,08]

Suite page suivante

Résultats et discussion - Alimentation et environnement socio-économique dans la population E3N

		Profil alimentaire favorable à la santé N=33 350 N (%)	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
Caractéristiques individuelles					
Âge (années)					
	≤ 47,2	6361 (34,8)	-	-	-
	47,2 - 51,7	7325 (40,1)	1,22 [1,16-1,27]	1,22 [1,16-1,28]	1,20 [1,14-1,25]
	51,7 - 57,7	8988 (49,2)	1,78 [1,70-1,86]	1,78 [1,70-1,86]	1,72 [1,64-1,81]
	> 57,7	10676 (58,4)	2,40 [2,30-2,52]	2,41 [2,30-2,53]	2,21 [2,07-2,35]
IMC (Kg/m²)					
	<18,5	1332 (55,4)	1,41 [1,29-1,55]	1,41 [1,29-1,55]	1,36 [1,24-1,49]
	18,5 - 25	25372 (45,3)	-	-	-
	25 - 30	5488 (45,9)	0,98 [0,93-1,02]	0,98 [0,93-1,02]	0,99 [0,95-1,04]
	≥30	1158 (44,2)	1,09 [0,99-1,19]	1,10 [1,00-1,20]	1,09 [0,99-1,19]
Activité physique (MET-h/semaine)					
	≤ 22,9	8798 (48,1)	-	-	-
	22,9 - 37,8	8234 (45,2)	0,89 [0,85-0,93]	0,89 [0,85-0,93]	0,89 [0,85-0,93]
	37,8 - 60,7	7967 (43,6)	0,85 [0,81-0,89]	0,84 [0,80-0,88]	0,84 [0,80-0,88]
	> 60,7	8351 (45,8)	0,92 [0,88-0,96]	0,92 [0,88-0,96]	0,92 [0,87-0,96]
Statut tabagique					
	Non fumeuse	18629 (47,2)	-	-	-
	Ex fumeuse	10311 (43,4)	0,90 [0,87-0,93]	0,90 [0,87-0,94]	0,89 [0,85-0,92]
	Fumeuse	4410 (44,7)	0,99 [0,94-1,04]	0,99 [0,94-1,04]	0,92 [0,87-0,97]

OR, *odds ratio* ; IC, Intervalle de Confiance ; DOM-TOM, Départements et Territoires d'Outre-Mer ; MET-h, équivalent métabolique pour une heure (*Metabolic Equivalent Task*).

Modèle 1 : Modèle ajusté sur l'âge et l'apport énergétique

Modèle 2 : Modèle 1 ajusté sur l'activité physique, le statut tabagique, l'indice de masse corporelle.

Modèle 3 : Modèle multi-ajusté

* Un *odds ratio* supérieur à 1 équivaut à une plus forte probabilité d'adhérer au profil alimentaire favorable à la santé. Les OR et leurs IC à 95% significatifs sont indiqués en gras.

¹ La catégorie « sans activité professionnelle » comprend l'ensemble des femmes qui n'ont pas d'activité professionnelle : la distinction entre retraite, chômage, femme au foyer n'était pas possible.

Interaction entre le lieu de résidence et le niveau d'éducation

Nous avons mis en évidence une interaction entre le lieu de résidence des femmes E3N et leur niveau d'éducation ($p=0,01$ pour le fait de vivre dans le sud de la France par rapport à celui de vivre dans les autres régions de France). Parmi les femmes E3N vivant dans le sud uniquement, celles ayant un niveau d'éducation inférieur au baccalauréat étaient plus enclines à avoir une alimentation favorable à la santé par comparaison à celles ayant un niveau d'éducation plus élevé (au moins 2 années étudiées à l'université, $OR=1,14$ [1,04-1,26]) alors qu'aucune différence entre ces niveaux d'éducation opposés n'était observée chez les femmes E3N vivant dans les autres régions de France métropolitaine ($OR=1,00$ [0,93-1,07]).

En résumé

Nous avons mis en évidence que le fait d'avoir une alimentation favorable à la santé était fortement associée à de nombreux facteurs socio-économiques. Lorsque nous considérons simultanément l'ensemble des facteurs socio-économiques individuels (niveau d'éducation, absence/présence d'une activité professionnelle, revenus, nombre d'enfants et statut marital) et contextuels (région de naissance et d'habitation, taille de l'agglomération de résidence et de travail, indice de défaveur sociale), tous les facteurs étudiés étaient associés à l'alimentation, à l'exception de l'indice de défaveur sociale et de la taille de l'agglomération de travail. **Dans notre étude, il est apparu qu'être plus âgée, avoir un niveau d'études inférieur au baccalauréat, ne pas avoir d'enfants, avoir une activité professionnelle, avoir des revenus plus élevés, être célibataire et vivre dans des zones urbaines ou dans le Sud de la France étaient associés à une plus forte probabilité d'avoir une alimentation favorable à la santé.**

1.4. Discussion

1.4.1. Comparaison avec la littérature existante

1.4.1.1. Facteurs socio-économiques individuels et alimentation

Niveau d'éducation et alimentation

Nous avons mis en évidence une interaction entre le niveau d'éducation et la région d'habitation des femmes E3N. Dans le Sud, nous avons observé que les femmes moins éduquées avaient plus de probabilité d'avoir une alimentation favorable à la santé, par comparaison aux femmes plus éduquées. Aucune interaction n'était observée dans les autres régions de France. Roos *et al.*, dans leur étude, avaient déjà mis en évidence des associations similaires et suggéraient que dans des régions où la consommation de produits sains était plus fréquente (comme le Sud de la France qui est une région marquée par des apports plus élevés en fruits, légumes et huile végétale que le reste de la France), les individus issus de milieu socio-économique moins favorisés tendaient à avoir des comportements alimentaires plus sains que les individus issus de milieu socio-économique plus favorisé¹⁴⁶.

Contrairement à ce que nous avons mis en évidence ici, la plupart des études de la littérature mettent en évidence que le niveau d'éducation est associé positivement au fait d'avoir une alimentation favorable à la santé^{45;208}. Même s'il existe une certaine variabilité socio-économique dans notre échantillon, il est important de souligner que les femmes E3N, en comparaison avec la population générale, sont concernées par leur santé, issues de milieux socioéconomiques plus favorables et plus éduquées (pour cette génération la proportion de femmes E3N ayant eu leur baccalauréat est élevée, 89% vs. 2,9% et 21,5% en 1940 et 1970 respectivement, dans la population française), ce qui pourrait en partie expliquer les résultats que nous obtenons.

Nos résultats viennent renforcer l'idée qu'il est primordial de considérer un ensemble de facteurs socio-économiques simultanément pour caractériser l'environnement socio-économique des individus^{203;205;209-211} et les relations complexes avec l'alimentation, et que celui-ci ne peut pas être réduit à l'étude d'un seul facteur socio-économique tel que le niveau d'éducation, comme c'est souvent le cas dans la littérature.

Revenus, activité professionnelle et alimentation

Lorsque nous considérons simultanément l'ensemble des facteurs socio-économiques, les femmes à plus hauts revenus étaient plus enclines à avoir un comportement alimentaire favorable à la santé, ce qui est en accord avec des études précédentes^{47;54}.

Les femmes en activité professionnelle avaient une plus grande probabilité d'avoir une alimentation favorable à la santé. Ces résultats sont cohérents avec une étude précédente qui montrait que des femmes sans activité professionnelle (en excluant les femmes à la retraite) étaient plus enclines à avoir une alimentation riche en viande, pain, fromage et boissons alcoolisées ou caractérisée par une forte consommation de sandwiches, et moins enclines à avoir une alimentation diversifiée²⁰⁹.

Statut marital et alimentation

Dans notre étude, les femmes en couple avaient une probabilité plus faible d'avoir une alimentation favorable à la santé alors qu'une étude précédente montrait que c'était les femmes célibataires qui avaient une probabilité plus faible d'avoir une alimentation en adéquation avec les recommandations nutritionnelles²². Les caractéristiques des femmes E3N (femmes issues de milieux socio-économiques plus favorisés que la population générale) pourraient expliquer ces résultats. Les femmes célibataires, par opposition aux femmes en couple, n'auraient à prendre en considération que leurs propres contraintes dans l'adoption de leurs comportements alimentaires.

1.4.1.2. Facteurs socio-économiques contextuels et alimentation

Région de naissance, d'habitation et de travail et alimentation

Les régions de naissance et de résidence des femmes E3N étaient toutes deux associées à l'alimentation des femmes, les femmes nées et vivant dans le Nord, l'Ouest, l'Est ou le Centre de la France, ayant une plus faible probabilité d'avoir une alimentation favorable à la santé, que les femmes vivant dans le Sud. L'existence d'un gradient Nord-Sud en France a déjà été démontré, les habitants du Sud étant caractérisés par de plus fortes consommations de fruits, de légumes et d'huile d'olive^{53;209;212;213}.

Les femmes vivant en zones urbaines étaient plus enclines à avoir une alimentation favorable à la santé que les femmes vivant en zones rurales. Avec les changements de comportements alimentaires entraînés par le phénomène de mondialisation, les individus vivant en zone rurale sont désormais plus à risque d'être obèses²¹⁴ et d'avoir des comportements alimentaires peu favorables à la santé^{45;209}.

Indice de défaveur sociale et alimentation

L'indice de défaveur sociale (FDep) reflète une partie de l'environnement socio-économique contextuel des individus. Dans notre étude, nous l'avons considéré comme étant le meilleur marqueur disponible de l'accès à une alimentation favorable à la santé²¹⁵⁻²¹⁷.

Dans le modèle univarié, une association inverse était observée entre l'indice FDep et le fait d'avoir un comportement favorable à la santé. Cette association disparaissait une fois que l'ensemble des variables socio-économiques étaient considérées simultanément, suggérant que l'association avec l'indice de défaveur était le reflet de plusieurs variables composites.

Même si des associations entre les caractéristiques de la zone d'habitation des individus et leur alimentation ont déjà été mises en évidence (par exemple, les individus ont une alimentation plus favorable à la santé lorsqu'ils vivent dans des zones où l'accès géographique et économique aux supermarchés est facile, par opposition à des zones où cet accès est plus difficile)²¹⁸⁻²²⁰, la caractérisation de l'environnement socio-économique contextuel est encore en discussion dans la littérature. En effet, de nombreuses interrogations persistent sur les variables les plus aptes à le définir (celles-ci pouvant en plus dépendre du pays, de la région, de la période de temps ou encore du contexte social associés) ainsi que sur les interactions existantes entre les facteurs individuels et contextuels des individus²²¹⁻²²³.

1.4.1.3. Caractéristiques individuelles et alimentation

Nous avons obtenu des résultats cohérents avec ceux de la littérature en ce qui concerne l'âge et le statut tabagique, les femmes plus âgées et non fumeuses étant plus enclines à avoir une alimentation favorable à la santé⁴⁵. Nos résultats relatifs à l'activité physique étaient quant à eux inattendus²²⁴, mettant en évidence que les comportements de santé sains ne sont pas toujours positivement corrélés et soulignant la complexité des interactions entre environnement socio-économique et alimentation. Cependant, les associations ayant été étudiées de manière transversale dans ce travail, l'hypothèse de causalité inverse ne pouvait pas être exclue. Les femmes les plus actives en 1993 étaient peut-être à ce moment-là dans une dynamique d'adoption de comportements favorables à la santé, et les modifications de leurs comportements alimentaires n'étaient pas reflétées dans le questionnaire alimentaire qui traduit l'alimentation de l'année passée. Un autre élément d'explication serait lié à l'attention que les femmes E3N portent à leurs comportements de santé, qui est plus marquée qu'en population générale. Les femmes du profil « moins favorable à la santé » ayant des apports énergétiques totaux plus élevés auraient ainsi pu être amenées à pratiquer plus d'activité physique.

Aucune association n'était observée entre le fait d'être obèse ou en surpoids et celui d'avoir une alimentation favorable à la santé. L'hypothèse de causalité inverse citée ci-avant pourrait également s'appliquer à ces résultats, les femmes en surpoids ou obèses en 1993 étant peut-être dans une dynamique de changement de comportements alimentaires au moment du recueil de données. Une seconde hypothèse à avancer serait que les femmes en surpoids ou obèses aient sous-reporté la consommation de certains aliments liés à l'obésité, telle que cela a déjà été démontré dans la littérature²²⁵.

Parmi les associations mises en évidence, le gradient le plus prononcé était observé pour l'âge, les femmes âgées de plus de 57,7 ans ayant une probabilité 2,2 fois plus élevée de suivre une alimentation favorable à la santé que les femmes les plus jeunes. Les femmes plus jeunes pourraient avoir moins de temps à consacrer à leur alimentation, du fait, en partie, de leur activité professionnelle. Une étude menée en France montrait par exemple que le changement de lieu de prise du déjeuner lié au passage à la retraite était associé à une augmentation de la consommation de légumes²²⁶. Par ailleurs, les femmes les plus jeunes pourraient également être moins concernées par les liens alimentation-santé. Les mécanismes en jeu dans les associations observées nécessitent d'être approfondis dans d'autres populations ayant une structure d'âge et de générations différentes.

Le second gradient le plus prononcé concernait le nombre d'enfants, les femmes ayant des enfants étant moins enclines à avoir une alimentation favorable à la santé. L'alimentation de femmes, au sein d'une famille, a déjà été montrée comme étant moins riche en fruits et moins en accord avec l'alimentation méditerranéenne²²⁷. De plus, il a également été montré que des femmes célibataires, ayant des enfants à charge, étaient encore plus à risque d'avoir des alimentations riches en sandwiches et moins favorables à la santé²⁰⁹. Ces résultats pourraient s'expliquer par un temps disponible consacré davantage aux responsabilités familiales qu'à l'alimentation (approvisionnement, préparation,...)²²⁷.

1.4.2. Limites et forces de l'étude

Plusieurs limites liées à ce travail sont à souligner. De par le design transversal de l'étude, aucune conclusion quant à la causalité des associations observées n'a pu être tirée.

Malgré le nombre important de variables socio-économiques prises en compte dans notre étude, certaines caractéristiques de l'environnement socio-économique des femmes E3N n'étaient pas disponibles. Par exemple, aucune donnée relative à l'environnement socio-économique pendant

Résultats et discussion - Alimentation et environnement socio-économique dans la population E3N

l'enfance n'était disponible. Or, caractériser l'environnement socio-économique des individus grâce au recueil d'informations depuis l'enfance et ce tout au long de la vie serait certainement très informatif²⁰³, les différents facteurs socio-économiques impliqués dans l'environnement socio-économique pouvant agir de manière différenciée au cours de la vie des individus. De plus, il a été démontré, chez des femmes, que le statut socio-économique pendant l'enfance était un déterminant des profils alimentaires qu'elles adoptaient à l'âge adulte⁵⁶.

Des données d'ordre contextuel telles que la proximité de points d'approvisionnement (supermarchés, marchés, potagers, ...), l'accès aux transports en commun ou encore le niveau de sécurité des quartiers de résidence des femmes E3N n'étaient pas disponibles. Leur impact, dans l'adoption d'une alimentation favorable à la santé, n'a par conséquent pas pu être étudié.

Nous n'avions pas accès au revenu des foyers des femmes E3N ni à la raison de leur inactivité professionnelle (la distinction entre retraite, chômage, femme au foyer n'était pas possible). Les variables « revenus de la femme » et « en activité professionnelle (oui/non) » ont donc été utilisées comme proxy.

La variable « revenus de la femme » était estimée *a posteriori* à partir de la profession déclarée par la femme en 1992. Elle permettait une approximation des salaires touchés par les femmes mais ne prenait pas en compte les autres sources de revenus des femmes (ex : biens immobiliers) ni leur patrimoine financier.

Nous ne pouvons pas exclure l'hypothèse d'un biais de mesure, la capacité des individus à décrire leur alimentation pouvant être influencée par des facteurs socio-économiques. Par exemple, le fait de sous-déclarer ses consommations alimentaires a été montré comme étant associé à la fois à des positions socio-économiques plus faibles et plus élevées. Ainsi, chez des individus issus de milieu socio-économique plus faibles, il peut être lié à une moins bonne capacité à reporter ce type d'information, et, chez les individus issus de milieux socio-économiques plus élevés, à une tendance à vouloir correspondre aux images santé véhiculées par les médias^{225;228}.

Il est important de garder à l'esprit que les femmes E3N sont davantage sensibles à leurs comportements de santé et ont en moyenne un niveau d'éducation plus élevé que l'ensemble de la population française. Cela pourrait expliquer une partie de nos résultats qui vont à l'encontre de la littérature, notamment en ce qui concerne le niveau d'éducation et l'indice de défaveur sociale. Le développement d'un score socio-économique serait une piste à développer. Grâce à

une analyse en composantes principales nous pourrions combiner les différents facteurs socio-économiques individuels et contextuels. Ceci pourrait permettre de diminuer la colinéarité entre les variables. Un tel score, mais uniquement basé sur des facteurs individuels, a par exemple été développé dans l'étude de cohorte ESMAestras²²⁹ (étude inspirée de l'étude E3N et constituée d'enseignantes mexicaines²³⁰).

Les femmes E3N sont principalement issues du corps enseignant. Cependant, des emplois aussi divers que « femme de ménage », « directrice d'établissement scolaire » ou « agricultrice » sont également représentés dans la cohorte, garantissant ainsi une certaine variabilité socio-économique au sein de l'étude. Même si nos résultats ne sont pas directement extrapolables à la population générale et que nous ne pouvons affirmer que les associations observées dans l'étude E3N s'observeraient également en population générale, nous supposons que si nous avons été en mesure d'identifier des associations dans l'étude E3N, la magnitude de celles-ci (et non le sens) serait davantage marquée en population générale où la variabilité en termes de comportements alimentaires et d'environnement socio-économique est plus élevée.

Les profils alimentaires que nous avons identifiés sont à interpréter avec précaution et dans le contexte de la population E3N. Le profil « moins favorable à la santé » ne peut ainsi pas être comparé au profil occidental traditionnellement décrit dans la littérature¹⁰⁶. En effet, dans le profil « moins favorable à la santé », 84% des femmes suivent les recommandations de consommation d'au moins 5 portions de fruits et légumes par jour et le score moyen du PNNS est équivalent au score médian obtenu en population générale²². Ce profil a été labellisé « moins favorable à la santé » au regard du premier profil « favorable à la santé », les femmes de ce profil ayant un apport énergétique journalier plus élevé et des consommations d'aliments moins favorables à la santé (pizza, frites et sandwiches notamment) plus élevées en proportion dans leur alimentation que les femmes du profil « favorable à la santé ».

Cette étude présente de nombreuses forces. Elle présente une puissance statistique élevée et a permis de mettre en évidence de nombreuses associations entre l'alimentation, plus précisément le fait d'avoir une alimentation favorable à la santé, et l'environnement socio-économique. Même si nos résultats ne sont pas directement extrapolables à la population générale, ils confortent l'idée de l'existence d'un gradient socio-économique dans la population et de l'existence de disparités socio-économiques, même au sein de groupes relativement homogènes comme les femmes de l'étude E3N.

Nous avons utilisé une méthode statistique innovante et peu utilisée en épidémiologie nutritionnelle : l'analyse en classes latentes. Deux profils alimentaires cohérents avec ceux issus des méthodes traditionnelles (analyse en composantes principales ou analyse factorielle)^{231;232} ont été obtenus, à la différence qu'ils étaient mutuellement exclusifs et permettaient donc des comparaisons directes entre eux.

L'analyse en classes latentes a, certes, déjà été utilisée pour créer des profils de comportements alimentaires²³³⁻²³⁵ (ex : prise régulière d'un petit-déjeuner, fréquence de grignotages, etc.) et également des profils alimentaires tels que ceux décrits dans cette étude²³⁶⁻²⁴⁰. Cependant, c'est la première fois que cette méthodologie est utilisée auprès d'une si large population, ayant des données alimentaires et socio-économiques si détaillées.

Nous avons été en mesure d'étudier simultanément plusieurs facteurs socio-économiques, à la fois individuels et contextuels. Nous avons considéré, dans notre étude, un indice de défaveur sociale, étudié pour la première fois en relation avec l'alimentation, dans un contexte français.

1.5. Conclusion

Il est primordial que l'environnement socio-économique des individus soit considéré comme un ensemble complexe, fortement associé à l'alimentation des individus, et **au sein duquel de nombreux facteurs individuels et contextuels interagissent. Nous avons confirmé que les facteurs socio-économiques n'étaient pas interchangeables.** Lorsque cela est possible, il est important de ne pas uniquement considérer un seul facteur socio-économique (le niveau d'éducation est communément utilisé dans la littérature) comme étant le reflet du niveau socio-économique.

Puisque l'environnement socio-économique des individus peut conduire à des inégalités d'accès à une alimentation favorable à la santé, **nous suggérons, à partir de nos résultats, que les futures politiques de santé publique en prévention nutritionnelle soient modulées en fonction du statut socio-économique des individus**, et que celui-ci soit défini à la fois *via* des facteurs de type individuel et contextuel.

Notre étude a montré dans une population avec des caractéristiques socio-démographiques particulières (niveau d'éducation plus élevée que la population générale et population concernée par sa santé) que les résultats relatifs au niveau d'éducation et à l'indice de défaveur sociale étaient différents de ceux trouvés en population générale. Il paraît donc primordial que

les futures politiques de santé publique s'adaptent aux différents groupes de population ciblés, en se déclinant à l'échelle locale. Des analyses similaires à celle présentée ici mais réalisées sur des échantillons représentatifs de ces groupes de population cibles permettraient d'identifier précisément les facteurs socio-économiques individuels et contextuels sur lesquels agir.

Par ailleurs, des études s'intéressant à l'impact de l'environnement socio-économique des individus sur l'évolution de leur alimentation au cours du temps sont également requises en complément, afin d'identifier les facteurs socio-économiques associés à une amélioration de l'alimentation au cours du temps, au-delà de ceux associés à une alimentation favorable à la santé.

2. Évolution de l'alimentation en fonction de l'environnement socio-économique, dans la population E3N.

Cette partie a fait l'objet de la publication « *Socio-economic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption: a 12-year study in women from the E3N-EPIC study* », acceptée pour publication dans *Public Health Nutrition* (Annexe 7).

Afin d'étudier l'évolution de l'alimentation chez les femmes E3N, il a été fait le choix de focaliser les analyses sur l'évolution de la consommation de fruits et légumes. Les régimes alimentaires riches en fruits et légumes étant globalement associés à un meilleur état de santé²⁴¹⁻²⁴⁶, la consommation de fruits et légumes constitue le meilleur marqueur de qualité de l'alimentation des individus, et est celui le plus utilisé dans la littérature.

La consommation de fruits et légumes et ses impacts bénéfiques sur la santé ont déjà été largement documentés dans la littérature. Les agences internationales de santé^{247;248} et de nombreux pays, à travers leurs recommandations nationales^{5;249-251}, préconisent actuellement de consommer au moins cinq portions de fruits et légumes par jour (1 portion = 80g), indépendamment du type de fruit ou de légume consommé. Ce seuil fait encore débat dans la littérature et certains auteurs suggèrent de l'augmenter²⁵².

Consommer des fruits et légumes en quantité suffisante est associé à un risque diminué d'obésité²⁵³, de maladie cardiovasculaire^{254;255}, de certains cancers^{254;256}, ainsi qu'à un risque diminué de mortalité toutes causes et par maladie cardio-vasculaire^{254;257}. L'effet protecteur des fruits et légumes s'explique par leur contenu en fibres, micronutriments essentiels (vitamines et minéraux) et composés non nutritifs tels que les polyphénols²⁵⁸ ainsi que par leur densité nutritionnelle élevée au vu de leur faible densité énergétique.

Tout comme l'alimentation de manière générale, la consommation de fruits et légumes est associée à l'environnement socio-économique des individus, les individus issus de milieux socio-économiques moins favorisés ayant une consommation de fruits et légumes plus faible²⁵⁹⁻²⁶¹. Dans le travail précédent (*cf.* partie 1, section Résultats), nous avons mis en évidence que le profil alimentaire « favorable à la santé », caractérisé notamment par une forte consommation de fruits et légumes, était plus fréquemment observé chez les femmes E3N plus âgées, célibataires, sans enfants, ayant une activité professionnelle, des revenus plus élevés et vivant dans des zones urbaines ou dans le Sud de la France.

Résultats et discussion - Évolution de l'alimentation en fonction de l'environnement socio-économique, dans la population E3N

Afin que les autorités sanitaires soient en mesure de développer des recommandations nutritionnelles efficaces, qui prennent en compte les inégalités sociales entre individus, il est primordial de comprendre les conditions socio-économiques qui mènent à l'adoption d'une alimentation favorable à la santé au cours du temps. Cependant, encore peu d'études bénéficient des données pour répondre à cette question. En effet, peu d'études de cohorte bénéficient d'un recueil de données alimentaires répété dans le temps et, lorsqu'elles en bénéficient, elles ne se sont pas intéressées à l'impact de l'environnement socio-économique, considéré comme un ensemble de facteurs individuels et contextuels, sur l'évolution de l'alimentation au cours du temps.

Au vu de ce contexte et en s'appuyant sur les données de la cohorte E3N, le deuxième objectif de ce travail a donc été d'étudier les facteurs socio-économiques (à la fois individuels et contextuels) associés à une augmentation à long terme de la consommation de fruits et légumes. Pour cela, nous avons réalisé des régressions logistiques multivariées (en considérant l'ensemble des facteurs socio-économiques simultanément). Enfin nous avons également étudié, pour la première fois dans la littérature, les associations entre ces facteurs socio-économiques et l'évolution de la consommation de fruits, de légumes (considérés séparément), ainsi que des principaux fruits, légumes crus et cuits consommés par les femmes E3N.

Modélisation statistique

Les facteurs socio-économiques individuels et contextuels associés à une augmentation de la consommation de fruits et légumes, puis fruits seuls, puis légumes seuls, ont été étudiés par des modèles de régression logistique multivariés. Afin d'étudier l'augmentation de la consommation de fruits et légumes entre 1993 et 2005, nous avons considéré l'évolution du ratio $\left(\frac{\text{Quantité de fruits et légumes consommés par jour}}{\text{AET journalier}}\right)$ (cf. partie 2.1., section Matériel et Méthodes). Les modèles de régression logistique multivariés utilisés tenaient compte des facteurs socio-économiques individuels (niveau d'éducation, présence ou absence d'activité professionnelle en 1993, revenus annuels, nombre d'enfants et statut marital) et contextuels (région d'habitation en 1993, taille de la commune de résidence en 1993, indice de défaveur sociale 'FDep99', région de naissance et taille de la commune de travail) ainsi que des covariables d'intérêt (âge, IMC, activité physique et statut tabagique). Ils étaient également ajustés sur l'évolution de l'apport énergétique entre 1993 et 2005 (correspondant aux deux dates de remplissage du questionnaire alimentaire) ainsi que sur la consommation de fruits et légumes en 1993 (ou la consommation

de fruits, ou de légumes, uniquement, lorsque les fruits et légumes étaient étudiés de manière séparée).

2.1. Caractéristiques des femmes issues de la population d'étude selon leur consommation en fruits et légumes

Les 58 193 femmes incluses dans cette étude ont été décrites (**Tableau 4**) selon le fait qu'elles consomment (ou non) les cinq portions de fruits et légumes recommandées en 1993 (consommation rapportée à leur AET et comparée au seuil de $400\text{gr}/1\ 800\text{Kcal}=0,22\ \text{gr}/\text{Kcal}$; cf. partie 2.1., section Matériels et Méthodes). Les femmes ont également été décrites selon leurs consommations de fruits et légumes considérées de manière séparée (comparaison au seuil de $200\text{gr}/1800\text{Kcal}=0,11\ \text{gr}/\text{Kcal}$; cf. partie 2.1., section Matériels et Méthodes).

Par comparaison aux femmes qui ne suivaient pas les recommandations, celles qui les suivaient étaient plus âgées (28,1% vs. 16,0% de femmes âgées de plus de 57,2 ans), plus sportives (51,5% vs. 45,1% de femmes ayant une activité physique $> 37,9\ \text{MET-h}/\text{semaine}$), moins fréquemment fumeuses (11,5% vs. 16,4%), mais avaient un indice de masse corporelle similaire (77,7% vs. 78,7% de femmes avec un $\text{IMC} \geq 25\ \text{kg}/\text{m}^2$) en 1993. En termes de facteurs socio-économiques individuels, elles étaient très proches en termes de niveau d'éducation (89,9% vs. 90,0 % de femmes ayant obtenu le baccalauréat), de revenus (28,5% vs. 30,2% de femmes dans le quartile supérieur), de nombre d'enfants (29,4% vs. 28,2% de femmes avec trois enfants ou plus) et de situation maritale (83,9% vs. 84,7% de femmes vivant en couple). Elles étaient cependant plus fréquemment sans activité professionnelle (32,3% vs. 20,9%). En termes de facteurs socio-économiques contextuels, elles étaient nées et vivaient de manière plus fréquente dans le Sud que dans le Nord (30,2% et 37,1% vs. 23,6% et 28,7% pour le Sud, et 12,0% et 11,1% vs. 18,1% et 16,8% pour le Nord). Aucune différence marquée n'était observée quant à l'indice de défaveur sociale (33,8% vs. 34,6% de femmes vivant dans les communes les moins favorisées) et à la taille de leur zone de résidence (18,3% vs. 17,9% de femmes vivant en zone urbaine, dans des communes de grande taille).

Résultats et discussion - Évolution de l'alimentation en fonction de l'environnement socio-économique, dans la population E3N

Tableau 4 : Caractéristiques individuelles et socio-économiques des femmes issues de la population d'étude, en fonction de leur consommation en fruits et légumes, en 1993 (N= 58 193).

	Fruits et Légumes		Fruits		Légumes	
	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^a N=14 972	Femmes ayant une consommation supérieure ou égale au ratio de référence ^a N=43 221	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^b N=19 007	Femmes ayant une consommation supérieure ou égale au ratio de référence ^b N=39 186	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^c N=17 685	Femmes ayant une consommation supérieure ou égale au ratio de référence ^c N=40 508
Pourcentages %						
Caractéristiques individuelles						
Âge en 1993(années)	***		***		***	
≤ 47,1	33,4	22,1	31,4	21,9	31,0	22,4
47,1 - 51,5	28,8	23,7	27,9	23,6	27,5	23,9
51,5 - 57,2	21,8	26,1	22,5	26,2	22,7	26,0
> 57,2	16,0	28,1	18,2	28,3	18,8	27,7
IMC en 1993(Kg/m²)	***		**		***	
<18,5	3,8	3,1	3,4	3,2	4,1	2,9
18,5 -25	78,7	77,7	77,9	78,0	79,3	77,4
25 -30	14,2	16,1	15,2	15,8	13,6	16,5
≥30	3,3	3,1	3,5	3,0	3,0	3,2
Activité physique en 1993 (MET-h/semaine)	***		***		***	
≤ 23,1	29,3	23,6	28,4	23,4	28,0	23,8
23,1 - 37,9	25,6	24,9	25,5	24,8	25,1	25,0
37,9 - 60,6	23,7	25,3	23,8	25,5	24,3	25,2
> 60,6	21,4	26,2	22,3	26,3	22,6	26,0
Statut tabagique en 1993	***		***		***	
Non fumeuse	50,5	55,3	50,9	55,6	52,0	55,0
Ex fumeuse	33,1	33,2	33,7	32,9	32,6	33,4
Fumeuse	16,4	11,5	15,4	11,5	15,4	11,6

Suite page suivante

Résultats et discussion - Évolution de l'alimentation en fonction de l'environnement socio-économique, dans la population E3N

	Fruits et Légumes		Fruits		Légumes	
	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^a N=14 972	Femmes ayant une consommation supérieure ou égale au ratio de référence ^a N=43 221	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^b N=19 007	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^a N=39 186	Femmes ayant une consommation supérieure ou égale au ratio de référence ^a N=17 685	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^b N=40 508
<i>Pourcentages %</i>						
Facteurs socio-économiques individuels						
Niveau d'éducation	***		**		***	
< Baccalauréat	10,0	10,1	10,2	10,0	10,0	10,2
Moins de 2 années d'études universitaires	51,6	54,4	52,6	54,2	51,9	54,4
Au moins 2 années d'études universitaires	38,4	35,5	37,2	35,8	38,1	35,4
En activité professionnelle	***		***		***	
Non	20,9	32,3	23,0	32,4	23,5	31,9
Oui	79,1	67,7	77,0	67,6	76,5	68,1
Revenus (N=50 771 ; €/an)	***		***		***	
< 16 963	11,5	9,7	11,2	9,8	11,2	9,7
16 963 - 17 713	27,5	28,4	27,7	28,4	27,8	28,4
17 713 - 24 156	18,4	20,5	19,4	20,2	18,7	20,5
≥ 24 156	30,2	28,5	29,2	28,8	30,0	28,4
Nombre d'enfants	***		***		***	
0	10,6	11,9	10,5	12,0	11,2	11,6
1	15,4	15,2	15,2	15,3	15,9	15,0
2	45,8	43,5	45,6	43,4	44,9	43,8
≥3	28,2	29,4	28,7	29,3	28,0	29,6
Statut marital	*		***			
Célibataire	15,3	16,1	15,1	16,2	15,7	16,0
En couple	84,7	83,9	84,9	83,8	84,3	84,0

Suite page suivante

Résultats et discussion - Évolution de l'alimentation en fonction de l'environnement socio-économique, dans la population E3N

	Fruits et Légumes		Fruits		Légumes	
	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^a N=14 972	Femmes ayant une consommation supérieure ou égale au ratio de référence ^a N=43 221	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^b N=19 007	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^a N=39 186	Femmes ayant une consommation supérieure ou égale au ratio de référence ^a N=17 685	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^b N=40 508
Facteurs socio-économiques contextuels						
Région de naissance	***		***		***	
Sud	23,6	30,2	25,9	29,8	24,0	30,6
Ouest	11,2	10,8	11,2	10,8	11,2	10,8
Nord	18,1	12,0	16,6	12,1	17,1	12,0
Est	16,7	15,5	16,3	15,6	16,8	15,4
Centre	8,3	9,4	8,1	9,6	9,0	9,1
IDF	15,5	14,4	14,9	14,6	15,2	14,4
DOM-TOM	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
Étranger	6,3	7,4	6,8	7,2	6,4	7,4
Région de résidence	***		***		***	
Sud	28,7	37,1	31,6	36,7	29,2	37,5
Ouest	11,4	11,0	11,4	10,9	11,5	10,9
Nord	16,8	11,1	15,5	11,2	15,6	11,3
Est	15,6	13,8	15,1	13,8	15,8	13,6
Centre	7,4	8,6	7,3	8,7	8,2	8,3
IDF	20,1	18,4	19,1	18,7	19,7	18,4
Taille de l'agglomération de résidence			***			
Rurale (<2 000 habitants)	17,1	16,4	17,6	16,0	16,5	16,6
Quasi-rurale (2 000 à 9 999 habitants)	26,3	26,2	26,6	26,1	26,1	26,3
Quasi-urbaine (10 000 à 99 999 habitants)	38,7	39,1	38,3	39,4	39,3	38,9
Urbaine (≥ 10 0000 habitants)	17,9	18,3	17,5	18,5	18,1	18,2

Suite page suivante

Résultats et discussion - Évolution de l'alimentation en fonction de l'environnement socio-économique, dans la population E3N

	Fruits et Légumes		Fruits		Légumes	
	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^a N=14 972	Femmes ayant une consommation supérieure ou égale au ratio de référence ^a N=43 221	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^b N=19 007	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^a N=39 186	Femmes ayant une consommation supérieure ou égale au ratio de référence ^a N=17 685	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^b N=40 508
Pourcentages %	Facteurs socio-économiques contextuels					
Indice de défaveur sociale- FDep99						
< -0,51 –Défaveur la moins importante	32,7	33,1	32,7	33,1	32,9	33,0
0,51 - 0,21	32,7	33,1	33,0	33,0	32,8	33,1
≥ 0,21	34,6	33,8	34,3	33,9	34,3	33,9
Taille de l'agglomération de travail (N=33 453)	***		***		***	
≤ 10 000 habitants	20,0	16,4	19,6	16,3	19,0	16,6
> 10 000 habitants	45,1	38,4	43,5	38,5	43,9	38,5

IMC, Indice de Masse Corporelle ; MET-h, équivalent métabolique pour une heure (*Metabolic Equivalent Task*).

^a Le ratio utilisé est le suivant : "400 gr de fruits et légumes/1800 kcal = 0,22 g/kcal".

^b Le ratio utilisé est le suivant : "200 gr de fruits/1800 Kcal = 0,11 g/kcal".

^c Le ratio utilisé est le suivant : "200 gr de légumes/1800 Kcal = 0,11 g/kcal".

Des tests du χ^2 ont été effectués afin de comparer si la distribution des variables d'intérêt différait en fonction du groupe considéré (consommation inférieure vs. supérieure ou égale au ratio de référence). Les valeurs significativement différentes entre les deux catégories étaient symbolisées de la manière suivante : * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$.

Les femmes de la population d'étude ont également été décrites en fonction de leur alimentation (**Tableau 17**, section Annexes). La consommation journalière moyenne de fruits et légumes dans la population d'étude était de 662,5 g/j. Par comparaison avec les femmes qui ne suivaient pas les recommandations, celles qui les suivaient consommaient davantage de produits réputés sains tels que du poisson (29,8 g/j vs. 24,9 g/j) ou de l'huile d'olive (5,4 g/j vs. 3,0 g/j). Elles consommaient moins de produits moins favorables à la santé tels que des frites (6,8 g/j vs. 12,1 g/j), des pizzas (18,7 g/j vs. 25,9 g/j) ou encore des sandwichs (7,1 g/j vs. 15,1 g/j). Elles avaient de plus faibles apports énergétiques (AET : 2 139,7 kcal/j vs. 2417,1 kcal/j) et de plus faibles apports en alcool (9,9 g/j vs. 16,0 g/j). Elles suivaient davantage les recommandations nutritionnelles du PNNS (score PNNS moyen de 9,6 vs. 7,5).

2.2. Facteurs socio-économiques individuels et augmentation de la consommation de fruits et légumes

Les facteurs socio-économiques individuels associés à une augmentation de la consommation, sur le long terme (12 ans), de fruits et légumes (**Tableau 5**), ont été étudiés *via* des modèles de régression logistique multivariés.

Le niveau d'éducation était positivement associé à une augmentation de la consommation de fruits sur le long terme (OR 1,09 [1,00-1,18] pour un niveau d'études équivalent à au moins deux années universitaires par rapport à un niveau d'études inférieur au baccalauréat). Il était également associé à une augmentation de la consommation de légumes (OR 1,17 [1,08-1,27]). Ces résultats se traduisaient par une augmentation moyenne de la consommation de légumes de 41,4 grammes chez les femmes ayant un niveau d'études équivalent à au moins deux années universitaires, et par une augmentation moyenne de 23,2 grammes chez les femmes ayant un niveau d'études inférieur au baccalauréat.

Avoir une activité professionnelle était associé à une plus grande probabilité d'accroissement de la consommation de légumes (OR 1,20 [1,12-1,28] par rapport à ne pas avoir d'activité professionnelle) mais pas en ce qui concerne les fruits. Les femmes ayant une activité professionnelle augmentaient en moyenne leur consommation de légumes de 48,6 grammes alors que les femmes sans activité professionnelle l'augmentaient de 14,6 grammes.

Des revenus intermédiaires étaient modestement associés à une plus forte probabilité d'augmenter sa consommation de légumes (OR 1,12 [1,03-1,21] pour le 3^{ème} quartile de distribution des revenus en comparaison avec le 1^{er} quartile).

Une association positive était observée entre le fait d'avoir trois enfants ou plus et la probabilité d'augmenter sa consommation de légumes (OR 1,33 [1,24-1,42] par rapport au fait de ne pas avoir d'enfants). La consommation moyenne de légumes était augmentée de 39,5 grammes chez les femmes ayant trois enfants ou plus. Elle n'était augmentée que de 24,8 grammes chez les femmes sans enfants.

Le fait d'être en couple était modestement associé à une probabilité d'augmenter sa consommation de fruits (OR 1,07 [1,02-1,13] par rapport au fait d'être célibataire).

Résultats et discussion - Évolution de l'alimentation en fonction de l'environnement socio-économique, dans la population E3N

Tableau 5 : Facteurs socio-économiques individuels associés à une augmentation de la consommation de fruits et légumes entre 1993 et 2005 (N=58 193*).

	Augmentation du ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005					
	Fruits et Légumes		Fruits		Légumes	
	N=37 333		N=37 304		N=32 993	
	N (%)	OR ^a (IC 95%)	N (%)	OR ^a (IC 95%)	N (%)	OR ^a (IC 95%)
Niveau d'éducation						
< Baccalauréat	3537 (60,1)	REF	3647 (62,0)	REF	3012 (51,2)	REF
Moins de 2 années d'études universitaires	20025 (64,1)	1,14 [1,05-1,23]	20014 (64,1)	1,07 [0,99-1,15]	17702 (56,7)	1,18 [1,09-1,27]
Au moins 2 années d'études universitaires	13771 (65,3)	1,16 [1,07-1,26]	13643 (64,7)	1,09 [1,00-1,18]	12279 (58,2)	1,17 [1,08-1,27]
En activité professionnelle						
Non	9750 (57,1)	REF	10161 (59,5)	REF	8431 (49,4)	REF
Oui	27583 (67,1)	1,21 [1,12-1,30]	27143 (65,6)	1,03 [0,96-1,11]	24562 (59,7)	1,20 [1,12-1,28]
Revenus (N=5 077 ; €/an)						
< 16 963	3828 (64,5)	REF	3855 (65,0)	REF	3260 (55,0)	REF
16 963 -17 713	10641 (64,9)	1,04 [0,96-1,13]	10532 (64,2)	1,00 [0,93-1,08]	9401 (57,3)	1,11 [1,02-1,20]
17 713 - 24 156	7385 (63,6)	1,02 [0,94-1,11]	7459 (64,2)	1,02 [0,94-1,11]	6527 (56,2)	1,12 [1,03-1,21]
≥ 24 156	10920 (64,9)	0,97 [0,89-1,05]	10841 (64,5)	0,97 [0,89-1,05]	9746 (57,9)	1,08 [0,99-1,17]

Suite page suivante

Résultats et discussion - Évolution de l'alimentation en fonction de l'environnement socio-économique, dans la population E3N

	Augmentation du ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005					
	Fruits et Légumes		Fruits et Légumes		Fruits et Légumes	
	N=37 333		N=37 304		N=32 993	
	N (%)	OR ^a (IC 95%)	N (%)	OR ^a (IC 95%)	N (%)	OR ^a (IC 95%)
Nombre d'enfants						
0	4043 (60,4)	REF	4144 (61,9)	REF	3544 (52,9)	REF
1	5677 (63,9)	1,11 [1,03-1,20]	5654 (63,7)	1,02 [0,95-1,10]	5044 (56,8)	1,13 [1,05-1,22]
2	16770 (65,3)	1,19 [1,11-1,27]	16769 (65,3)	1,08 [1,01-1,15]	14739 (57,4)	1,19 [1,11-1,27]
≥3	10843 (64,0)	1,24 [1,16-1,33]	10737 (63,4)	1,05 [0,98-1,12]	9666 (57,0)	1,33 [1,24-1,42]
Statut marital						
Célibataire	5690 (61,5)	REF	5703 (61,7)	REF	5063 (54,8)	REF
En couple	31643 (64,6)	1,05 [1,00-1,11]	31601 (64,6)	1,07 [1,02-1,13]	27930 (57,1)	1,03 [0,98-1,09]

AET, Apport Énergétique Total, OR, *odds ratio* ; IC, Intervalle de Confiance.

^a Un *odds ratio* supérieur à 1 correspond à une plus forte probabilité d'augmenter le ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005.

Les modèles sont multi-ajustés et ajustés sur les caractéristiques individuelles, les facteurs socio-économiques contextuels, l'évolution de l'AET entre 1993 et 2005 et la consommation du groupe alimentaire considéré en 1993.

Les facteurs socio-économiques individuels associés à une augmentation, sur le long terme (12 ans), de la consommation des principaux types de fruits (**Tableau 18**, section Annexes), de légumes cuits (**Tableau 19**, section Annexes) et de légumes crus (**Tableau 20**, section Annexes) consommés dans la population d'étude, ont également été étudiés *via* des modèles de régression logistique multivariés.

2.3. Facteurs socio-économiques contextuels et augmentation de la consommation de fruits et légumes

Les facteurs socio-économiques contextuels associés à une augmentation, sur le long terme (12 ans), de la consommation de fruits et légumes (**Tableau 6**), ont été étudiés *via* des modèles de régression logistique multivariés.

Aucune association n'était observée entre les facteurs socioéconomiques contextuels considérés et la probabilité d'augmenter sa consommation de fruits et légumes, à l'exception d'une association négative observée pour la taille de la commune de travail (OR 0,90 [0,85-0,96] pour

Résultats et discussion - Évolution de l'alimentation en fonction de l'environnement socio-économique, dans la population E3N

des villes de plus de 10 000 habitants par comparaison à des villes de taille plus petite). L'augmentation de la consommation moyenne de fruits et légumes était de 139,8 grammes chez les femmes vivant dans des villes de plus de 10 000 habitants. Elle était de 161,6 grammes chez les femmes vivant dans des villes de taille plus petite.

Tableau 6 : Facteurs socio-économiques contextuels associés à une augmentation de la consommation de fruits et légumes, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).

	Augmentation du ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005					
	Fruits et Légumes		Fruits		Légumes	
	N=37 333		N=37 304		N=32 993	
	N (%)	OR* (IC 95%)	N (%)	OR* (IC 95%)	N (%)	OR* (IC 95%)
Région de naissance						
Sud	10491 (63,2)	REF	10454 (62,9)	REF	9409 (56,6)	REF
Ouest	4081 (64,2)	0,93 [0,86-1,01]	4059 (63,9)	0,96 [0,89-1,04]	3596 (56,6)	0,87 [0,81-0,95]
Nord	5294 (67,0)	0,96 [0,89-1,04]	5230 (66,2)	0,96 [0,89-1,04]	4589 (58,1)	0,88 [0,82-0,95]
Est	5930 (64,4)	0,98 [0,91-1,06]	5961 (64,7)	1,04 [0,96-1,12]	5213 (56,6)	0,89 [0,83-0,96]
Centre	3448 (65,2)	1,04 [0,95-1,13]	3456 (65,3)	1,07 [0,99-1,16]	3015 (57,0)	0,96 [0,88-1,04]
IDF	5406 (63,3)	0,93 [0,86-0,99]	5464 (64,0)	1,00 [0,93-1,07]	4772 (55,9)	0,88 [0,82-0,94]
DOM-TOM	99 (61,9)	0,89 [0,63-1,28]	99 (61,9)	0,98 [0,69-1,39]	84 (52,5)	0,76 [0,53-1,07]
Étranger	2584 (62,5)	0,96 [0,89-1,04]	2581 (62,4)	0,95 [0,88-1,03]	2315 (56,0)	0,99 [0,92-1,07]
Région de résidence						
Sud	12786 (62,7)	REF	12783 (62,7)	REF	11393 (55,9)	REF
Ouest	4209 (65,2)	1,05 [0,97-1,14]	4150 (64,3)	1,03 [0,96-1,12]	3753 (58,1)	1,07 [0,99-1,16]
Nord	4925 (67,3)	0,99 [0,91-1,08]	4899 (66,9)	1,05 [0,97-1,13]	4245 (58,0)	0,93 [0,86-1,01]
Est	5367 (64,7)	0,91 [0,84-0,98]	5372 (64,8)	0,96 [0,89-1,03]	4759 (57,4)	0,92 [0,85-0,99]
Centre	3098 (64,5)	1,03 [0,94-1,12]	3132 (65,2)	1,11 [1,02-1,20]	2685 (55,9)	0,93 [0,86-1,01]
IDF	6948 (63,5)	0,95 [0,89-1,01]	6968 (63,6)	0,96 [0,89-1,02]	6158 (56,2)	0,95 [0,89-1,01]

Suite page suivante

Résultats et discussion - Évolution de l'alimentation en fonction de l'environnement socio-économique, dans la population E3N

	Augmentation du ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005					
	Fruits et Légumes		Fruits et Légumes		Fruits et Légumes	
	<i>N=37 333</i>		<i>N=37 304</i>		<i>N=32 993</i>	
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Taille de l'agglomération de résidence						
Rurale (<2 000 habitants)	6287 (65,3)	REF	6260 (65,0)	REF	5526 (57,4)	REF
Quasi-rurale (2 000 à 9 999 habitants)	9902 (64,8)	0,98 [0,92-1,04]	9880 (64,6)	1,01 [0,95-1,07]	8785 (57,5)	1,00 [0,95-1,06]
Quasi-urbaine (10 000 à 99 999 habitants)	14522 (64,0)	1,00 [0,94-1,06]	14528 (64,0)	1,03 [0,97-1,09]	12755 (56,2)	0,99 [0,94-1,05]
Urbaine (≥ 10 000 habitants)	6622 (62,6)	0,97 [0,91-1,04]	6636 (62,8)	1,01 [0,94-1,08]	5927 (56,0)	1,00 [0,94-1,07]
Indice de défaveur sociale- FDep99						
< -0,51 -Défaveur la moins importante	12251 (63,8)	REF	12324 (64,2)	REF	10869 (56,6)	REF
0,51 - 0,21	12340 (64,3)	1,01 [0,96-1,06]	12279 (63,9)	0,97 [0,92-1,02]	10979 (57,2)	1,01 [0,96-1,06]
≥ 0,21	12742 (64,4)	0,99 [0,94-1,05]	12701 (64,2)	0,96 [0,91-1,01]	11145 (56,3)	0,96 [0,92-1,01]
Taille de l'agglomération de travail (N=33 453)						
≤ 10 000 habitants	7016 (69,5)	REF	6862 (68,0)	REF	6291 (62,3)	REF
> 10 000 habitants	15497 (66,3)	0,90 [0,85-0,96]	15326 (65,6)	0,92 [0,87-0,98]	13776 (59,0)	0,89 [0,84-0,95]

AET, Apport Énergétique Total, OR, *odds ratio* ; IC, Intervalle de Confiance.

^a Un *odds ratio* supérieur à 1 correspond à une plus forte probabilité d'augmenter le ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005.

Les modèles sont multi-ajustés et ajustés sur les caractéristiques individuelles, les facteurs socio-économiques individuels, l'évolution de l'AET entre 1993 et 2005 et la consommation du groupe alimentaire considéré en 1993.

Les facteurs socio-économiques contextuels associés à une augmentation, sur le long terme (12 ans), de la consommation des principaux types de fruits (**Tableau 21**, section Annexes), de légumes cuits (**Tableau 22**, section Annexes) et de légumes crus (**Tableau 23**, section Annexes) consommés dans la population d'étude, ont également été étudiés *via* des modèles de régression logistique multivariés.

2.4. Caractéristiques individuelles et augmentation de la consommation de fruits et légumes

Finalement, les caractéristiques individuelles des femmes E3N associées à une augmentation, sur le long terme, de la consommation de fruits et légumes (**Tableau 24**, section Annexes), ont été étudiées par des modèles de régression logistique multivariés.

Nous avons observé que les femmes les plus âgées avaient une plus faible probabilité d'augmenter leur consommation de fruits et légumes au cours d'une période de 12 ans (OR 0,71 [0,67-0,77] en comparant le 4^{ème} quartile de la distribution de l'âge au 1^{er} quartile). Cette association était plus marquée pour la consommation de légumes (OR 0,63 [0,59-0,67]) que pour la consommation de fruits (OR 0,86 [0,80-0,92]). Les femmes les plus jeunes augmentaient en moyenne leur consommation de fruits et légumes de 162,2 grammes alors que les femmes les plus âgées augmentaient leur consommation de 70,8 grammes.

L'IMC était uniquement associé à une augmentation de la consommation de légumes (OR 1,28 [1,15-1,42] pour un IMC \geq 30 kg/m² par rapport à un IMC compris entre 18,5 kg/m² et 25 kg/m²).

La pratique d'activité physique était associée positivement à une augmentation de la consommation de fruits et légumes (OR 1,21 [1,15-1,28] en comparant le 4^{ème} et le 1^{er} quartile de la distribution de la pratique d'activité physique).

Être fumeuse était associé à une plus faible probabilité d'augmenter sa consommation de fruits (OR 0,81 [0,76-0,85]).

Les caractéristiques individuelles des femmes E3N associées à une augmentation, sur le long terme, de la consommation des principaux types de fruits (**Tableau 25**, section Annexes), légumes cuits (**Tableau 26**, section Annexes) et légumes crus (**Tableau 27**, section Annexes) consommés dans la population d'étude, ont également été étudiées par des modèles de régression logistique multivariés. Les résultats sont présentés en annexes de ce manuscrit.

En résumé

Nous avons mis en évidence que l'augmentation de la consommation de fruits et légumes sur le long terme était associée à des facteurs socio-économiques de type individuel, mais pas de type contextuel. **Être plus éduquée, avoir plus d'enfants, vivre en couple et avoir une activité professionnelle étaient associés à une augmentation de la consommation de fruits et légumes au cours du temps. Certains de ces facteurs individuels étaient associés de manière différentielle à l'évolution de la consommation de fruits et de légumes.** Par exemple, avoir une activité professionnelle était associé à une augmentation de la consommation de légumes mais pas à celle de fruits. Enfin, certaines associations observées étaient également plus marquées selon le type de fruit ou de légume considéré.

2.5. Discussion

2.5.1. Comparaison avec la littérature existante

Dans notre échantillon de femmes E3N, les associations entre environnement socio-économique et évolution de la consommation de fruits et légumes n'étaient observées que pour des facteurs socio-économiques individuels. Or, d'autres études ont montré que des facteurs contextuels tels que le niveau socio-économique du quartier de résidence, étaient des déterminants de la consommation en fruits et légumes^{219;262-264}, les individus vivant dans des quartiers plus favorisés consommant davantage de fruits et légumes. Pour d'autres auteurs, dans d'autres pays et d'autres types d'environnements socio-économiques, l'influence des facteurs contextuels sur la consommation en fruits et légumes des individus était moins claire car ils n'observaient pas, ou peu d'associations, entre les facteurs socioéconomiques contextuels pris en compte dans leurs études, et la consommation de fruits et légumes^{265;266}, mettant ainsi en évidence l'importance de l'environnement considéré (depuis l'échelle locale jusqu'à l'échelle nationale). Définir correctement l'environnement socioéconomique contextuel des individus et déterminer les variables permettant de le caractériser représentent encore des enjeux de recherche à l'heure actuelle²²¹⁻²²³. Les multiples interactions existantes entre les facteurs individuels et contextuels caractérisant l'environnement socio-économique, nécessitent également d'être approfondies. Dans notre étude, les facteurs contextuels étudiés n'étaient pas associés à l'évolution de la consommation de fruits et légumes au cours du temps.

Résultats et discussion - Évolution de l'alimentation en fonction de l'environnement socio-économique, dans la population E3N

Certains facteurs individuels associés à l'augmentation de consommation de fruits et légumes au cours du temps étaient associés en réalité de manière différentielle à l'évolution de la consommation de fruits ou celle de légumes. Il a déjà été souligné dans la littérature que les déterminants culturels et environnementaux de la consommation de fruits pouvaient être différents de ceux de la consommation de légumes²⁶⁰. Notamment, les données de l'étude INCA3¹⁴ mettaient en évidence que 33%, 20% et 9,4% des individus qui jugeaient que leur consommation de fruits était insuffisante, déclaraient ne pas manger davantage de fruits à cause de leur prix, parce qu'ils n'aimaient pas ça ou à cause du temps nécessaire requis pour les préparer, respectivement. Parmi les individus jugeant que leur consommation en légumes était insuffisante, les raisons évoquées étaient la durée de préparation (38%), le fait qu'ils n'aimaient pas ça (28%) et le prix (28%).

Un niveau d'éducation et une pratique d'activité physique plus élevés étaient associés à une augmentation de la consommation de fruits et légumes sur le long terme. Des études transversales ont précédemment montré que le niveau d'éducation et la pratique d'activité physique étaient associés de manière positive à la consommation de fruits et légumes^{47;207;224;266}. De meilleures connaissances en nutrition ainsi qu'une plus grande capacité à interpréter les messages d'éducation nutritionnelle pourraient en partie expliquer les résultats observés pour le niveau d'éducation^{205;210}. En ce qui concerne l'activité physique, nos résultats suggèrent une conscience des liens entre mode de vie et santé plus importante chez les femmes E3N ayant des niveaux d'activité physique plus élevés.

Nous avons mis en évidence que le fait d'être en couple était associé à une plus forte probabilité d'augmenter sa consommation de fruits au cours du temps, ce qui est en accord avec les résultats d'une revue de la littérature²⁶⁰. Vivre en couple pourrait avoir un impact sur les consommations en fruits et légumes d'un individu du fait des comportements alimentaires du conjoint, du soutien social apporté, des normes socio-culturelles établies au sein du couple et de la disponibilité des fruits et légumes au sein du foyer²⁶⁰.

Avoir une activité professionnelle et un nombre d'enfants plus élevé étaient associés à une plus forte probabilité d'augmenter sa consommation de légumes au cours du temps. Des associations positives entre activité professionnelle et consommation de fruits et légumes ont précédemment été montrées dans des études transversales^{224;259} alors que les résultats relatifs au nombre d'enfants restent divergents²⁶⁰. Ces associations positives pourraient en partie être expliquées

Résultats et discussion - Évolution de l'alimentation en fonction de l'environnement socio-économique, dans la population E3N

par le fait que les réseaux sociaux et les normes sociales seraient fortement associés à l'évolution de la consommation de fruits et légumes au cours du temps²⁶⁷.

En 1993, les femmes E3N qui suivaient d'ores et déjà les recommandations liées à la consommation de 5 portions de fruits et légumes par jour, avaient des caractéristiques similaires aux femmes qui ne les suivaient pas, d'un point de vue du niveau d'éducation, du nombre d'enfants et du statut marital. Elles étaient cependant plus fréquemment sans activité professionnelle et plus physiquement actives.

Le programme du PNNS⁵ a commencé à promouvoir la consommation de 5 portions de fruits et légumes par jour à partir de 2001 *via* des slogans diffusés à la radio et la télévision. Si on suppose que les évolutions alimentaires sur la période aient pu avoir été influencées, au moins partiellement, par le programme du PNNS, on pourrait en déduire que les femmes en couple, plus éduquées, ayant un nombre d'enfants plus élevé et ayant une activité professionnelle, aient été plus susceptibles d'avoir été sensibilisées par le PNNS. Ces résultats seraient ainsi en faveur d'un impact du PNNS plus marqué chez des femmes de position sociale plus élevée et déjà sensibles à leur état de santé. Les recommandations effectuées à l'échelle nationale, à visée universelle, sans focus particulier sur des groupes spécifiques ont d'ores et déjà montré leur efficacité, mais de manière plus prononcée chez les individus issus de position socio-économique élevée, participant ainsi au renforcement des inégalités^{267;268}.

En France, suite à la mise en place du PNNS, les différentes données relatives aux consommations individuelles en fruits et légumes^{14;20;173}, au suivi des recommandations du PNNS¹⁸ ou ayant eu pour but d'évaluer les impacts de ces campagnes²⁶⁹ suggèrent que la mise en place de ce programme a permis une augmentation de la consommation des fruits et légumes à l'échelle nationale. Ces données mettent également en évidence que les consommations de ce groupe alimentaire sont concernées par des disparités socio-économiques, la consommation en fruits et légumes étant plus élevée chez les individus issus de position socio-économique plus élevée. Malgré l'ensemble des données disponibles, il est difficile d'estimer quelle part des évolutions observées est directement liée à la mise en place du programme. Ces données ne nous permettent pas non plus de conclure quant à l'impact du PNNS sur le gradient des inégalités : l'écart des inégalités a-t-il augmenté ? A-t-il diminué ? Est-il resté stable ?

Indépendamment du PNNS, au cours des dernières décennies, l'adoption de comportements alimentaires favorables à la santé est devenu un objectif de santé publique majeur, à l'échelle internationale²⁷⁰. Une prise de conscience des liens entre alimentation et santé a émergé à

l'échelle des populations, de manière plus marquée chez les individus issus de milieux socio-économiques favorisés.

En termes de comportements d'achats, à l'heure actuelle, les trois principaux critères de choix des produits alimentaires dans l'ensemble de la population sont par ordre croissant : le prix, les habitudes de consommation et le goût. Chez les personnes les plus éduquées (Bac+4 et plus) ce sont l'origine ou la provenance des aliments, le goût puis le prix qui vont primer¹⁴. Par ailleurs, une récente étude conduite en France dans un échantillon d'adultes concernés par leur santé et leur alimentation, mettait en évidence que l'aspect « santé » était le premier facteur influant le choix des plats consommés au sein d'un foyer²⁷¹. L'ensemble de ces éléments pourraient en partie expliquer l'augmentation globale de la consommation de fruits et légumes entre 1993 et 2005 dans notre échantillon d'étude comprenant des femmes concernées par leur santé et issues d'un milieu socio-économique favorisé.

2.5.2. Limites et forces

Plusieurs limites de ce travail peuvent être soulignées. Comme mentionné lors du premier axe de ce travail (*cf.* partie 1, section Résultats), des données contextuelles relatives à la proximité de sources d'approvisionnement, à la disponibilité des transports en commun ou encore à la sécurité des quartiers de résidence n'étaient pas disponibles dans l'étude E3N. Or ces données ont été montrées comme étant associées à la consommation de fruits et légumes^{272;273} et donc potentiellement, à son évolution.

Nous n'avions pas accès au revenu des foyers des femmes E3N ni à la raison de leur inactivité professionnelle (la distinction entre retraite, chômage, femme au foyer n'était pas possible). Les variables « revenus de la femme » et « en activité professionnelle (oui/non) » ont donc été utilisées comme proxy.

La variable « revenus de la femme » était estimée *a posteriori* à partir de la profession déclarée par la femme en 1992. Elle permettait une approximation des salaires touchés par les femmes mais ne prenait pas en compte les autres sources de revenus des femmes (ex : biens immobiliers) ni leur patrimoine financier.

Les questionnaires de fréquence alimentaire comme toute méthode de recueil alimentaire sont sujets à des erreurs²⁷⁴. En nous intéressant à l'évolution des consommations alimentaires et donc aux données issues de deux questionnaires, les sources d'erreur étaient augmentées. En considérant que ces erreurs soient dues au hasard, on peut supposer que l'estimation du changement mesuré ait été sous-estimée et que les associations que nous avons mises en évidence soient de moins grande ampleur qu'en réalité. En considérant que ces erreurs soient

Résultats et discussion - Évolution de l'alimentation en fonction de l'environnement socio-économique, dans la population E3N

des erreurs de mesure liées par exemple à un biais systématique dans la réponse sur la consommation de fruits et légumes, le fait de s'intéresser à l'évolution des consommations au cours du temps, et non pas à des associations transversales, nous permettait finalement de nous affranchir de ce problème²⁷⁵. Par ailleurs, le fait de considérer le ratio $\left(\frac{\text{Quantité de fruits et légumes consommés par jour}}{\text{AET journalier}}\right)$ nous permettait également d'apporter une correction sur l'ensemble des réponses apportées au questionnaire.

Afin de renforcer la validité des résultats obtenus par les questionnaires de fréquence alimentaire, l'utilisation de biomarqueurs pour calibrer les résultats obtenus par ces questionnaires aurait été utile.

Une limite liée à l'utilisation du ratio $\left(\frac{\text{Quantité de fruits et légumes consommés par jour}}{\text{AET journalier}}\right)$ pour étudier l'évolution de la consommation de fruits et légumes au cours du temps est que l'on suppose que les besoins en nutriments protecteurs apportés par les fruits et légumes sont dépendants des consommations alimentaires totales des femmes. La raison majeure pour laquelle nous avons utilisé ce ratio est qu'il nous permettait de considérer la contribution des fruits et légumes à la ration journalière.

La population E3N étant composée exclusivement de femmes, il serait intéressant de reproduire ces analyses dans une population mixte, les profils alimentaires des femmes et des hommes étant différents et influencés de manière différente par l'environnement socio-économique²⁶⁷.

Finalement, nous n'étions pas en capacité de quantifier quelle part de l'augmentation de la consommation en fruits et légumes était directement liée à la mise en place du programme du PNNS⁵.

Le point fort de cette étude est que nous avons été en mesure d'apporter une description détaillée des facteurs socio-économiques associés à une augmentation de la consommation de fruits et légumes sur le long terme. S'intéresser aux facteurs socio-économiques associés à cette augmentation permet de mettre en évidence un contexte socio-économique favorable à l'amélioration de l'alimentation au cours du temps. Cela aide à cibler les leviers d'action sur lesquels il est possible d'agir pour améliorer l'alimentation des individus n'ayant pas une alimentation favorable à la santé.

Les données alimentaires utilisées ont été collectées auprès d'un large échantillon de femmes E3N, à deux reprises, à 12 ans d'intervalle. Nous avons été en mesure d'étudier les consommations de fruits et légumes de manière séparée, ce qui a été très peu fait auparavant dans la littérature^{224;260;276}. De plus, même s'il faut être prudent quant à la généralisabilité de ces résultats à l'ensemble de la population, nous avons également étudié les facteurs socio-économiques associés à la consommation de plusieurs types de fruits et légumes spécifiques, ce qui n'a jamais été décrit précédemment.

Nous avons considéré simultanément l'influence de facteurs socio-économiques individuels et contextuels dans la relation environnement socio-économique - évolution de l'alimentation, tel que cela avait été recommandé dans la littérature^{203;205;210;277}. Finalement, malgré le fait que les femmes E3N aient une alimentation davantage en adéquation avec les recommandations du PNNS que la population générale, qu'elles tendent à consommer davantage de fruits et légumes (moyenne de consommation quotidienne au-delà des 5 portions recommandées) et qu'elles soient plus homogènes d'un point de vue socio-économique, nous avons mis en évidence des associations entre de nombreux facteurs socio-économiques et l'évolution des consommations alimentaires. Nous supposons que les gradients observés seraient encore plus marqués en population générale où les variabilités en termes d'alimentation et d'environnement socio-économique sont davantage prononcées.

2.6. Conclusion

Nos résultats suggèrent qu'indépendamment du contexte dans lequel vivent les individus, les programmes de prévention nutritionnelle devraient se focaliser dans un premier temps sur des actions qui ont un impact au niveau individuel (connaissances, ressources personnelles, situation familiale, etc.). Des analyses complémentaires doivent toutefois être conduites dans des populations ayant des caractéristiques socio-démographiques différentes.

Les individus issus de positions socio-économiques plus élevées étaient plus enclins à augmenter leur consommation de fruits et légumes. **L'intensité des programmes de prévention nutritionnelle devrait donc être proportionnelle au désavantage socio-économique des individus tel que suggéré par le concept d'universalisme proportionné** (cf. partie 1.2.3., section Introduction).

Les facteurs socio-économiques associés à l'évolution de la consommation de fruits et légumes au cours du temps et leurs gradients d'association différaient selon que les fruits

et légumes étaient considérés ensemble, de manière séparée ou encore selon le type de fruits ou légumes. Ces informations permettraient de mieux cibler les actions à développer lors de l'établissement de programmes de prévention nutritionnelle, afin d'augmenter respectivement les consommations de fruits et de légumes dans l'ensemble de la population.

Promouvoir la consommation de fruits et légumes de manière adéquate, afin que l'ensemble de la population augmente sa consommation de fruits et légumes, et atteigne au moins le seuil recommandé de 5 portions quotidiennes, permettrait de diminuer le risque de maladies cardiovasculaires, de certains cancers et mortalités associées. **Au-delà de la quantité, la question de favoriser la variété des fruits et légumes consommés, afin que les apports nutritionnels des individus tendent vers les ANC, nécessiterait d'être approfondie.**

3. Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de l'alimentation, selon l'environnement socio-économique, dans la population E3N

Cette partie a fait l'objet de la publication « *Influence of cancer stage and socioeconomic environment on changes in fruit and vegetable consumption among women who had cancer: findings from the E3N-EPIC study* », en révision dans *International Journal of Cancer* (Annexe 8).

La prévention tertiaire en cancérologie est une problématique de recherche relativement récente qui va de pair avec l'amélioration des traitements, les diagnostics plus précoces et par conséquent l'augmentation de la survie après cancer. De plus en plus de résultats suggèrent une influence de l'alimentation et du mode de vie sur la survie après cancer.

La plupart des études liées à la survie, ont été conduites jusqu'à présent avec des évaluations du mode de vie faites après le diagnostic de cancer. Elles ont montré que l'obésité, la sédentarité, et l'adhésion à des régimes alimentaires peu favorables à la santé étaient fréquents chez des patients ayant eu un cancer²⁷⁸. Pourtant d'après une revue de la littérature conduite en 2010²⁷⁹, un faisceau grandissant d'études mettait en évidence l'impact bénéfique de l'adoption d'un mode de vie sain après le diagnostic d'un cancer.

À l'heure actuelle, seules deux études de cohorte se sont intéressées à l'évolution de l'alimentation avant-après cancer, en considérant un intervalle de temps de 6 à 7 ans^{280;281}. Une seule d'entre elles a considéré l'influence de l'environnement socio-économique dans ses analyses²⁸⁰. Or, comme évoqué en introduction de ce manuscrit (*cf.* partie 3.7., section Introduction), des inégalités sociales de santé existent à la fois en matière d'incidence et de survie après cancer²⁸²⁻²⁸⁴ et d'adoption de comportements sains.

Au vu de ce contexte et en s'appuyant sur les données de la cohorte E3N, le troisième objectif de ce travail était d'étudier l'influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution à long terme de l'alimentation, en considérant l'impact des caractéristiques tumorales (localisation et stade au diagnostic) et de l'environnement socio-économique des individus, dans cette relation. Comme dans le précédent axe de ce travail, nous avons choisi de focaliser nos analyses sur la consommation de fruits et légumes, les régimes alimentaires riches en fruits et légumes étant associés à une amélioration globale de l'état de santé et leur consommation étant souvent considérée comme le meilleur marqueur de la qualité globale de l'alimentation²⁴¹⁻²⁴⁶.

Résultats et discussion - Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de l'alimentation, selon l'environnement socio-économique, dans la population E3N

Nous avons ainsi réalisé des régressions linéaires multivariées (en considérant l'ensemble des facteurs socio-économiques simultanément) et modélisé l'évolution relative de la consommation de fruits et légumes entre 1993 et 2005 chez des femmes ayant eu un cancer et par comparaison à des femmes n'en ayant pas eu.

Modélisation statistique

L'évolution relative de la consommation de fruits et légumes entre 1993 et 2005 chez les femmes ayant eu un cancer entre ces deux dates, par comparaison à des femmes n'ayant eu ni cancer, ni maladies cardio-vasculaires sur ce même intervalle de temps, a été étudiée par des modèles de régression linéaire multivariés. Afin d'étudier l'augmentation relative de la consommation de fruits et légumes entre 1993 et 2005, nous avons considéré l'évolution relative du ratio ($\frac{\text{Quantité de fruits et légumes consommés par jour}}{\text{AET journalier}}$) (cf. partie 2.1., section Matériel et Méthodes). Les modèles de régression linéaire multivariés utilisés tenaient compte de deux facteurs socio-économiques individuels (le niveau d'éducation et la situation familiale), d'un facteur socio-économique contextuel (la région d'habitation en 1993) et des covariables d'intérêt (âge, IMC, activité physique et statut tabagique). La sélection des facteurs socio-économiques à intégrer dans les modèles s'est basée sur les résultats issus des deux premiers axes de ce travail (cf. parties 1 et 2, section Résultats). En effet, le niveau d'éducation, la situation familiale (regroupement des variables du statut marital et du nombre d'enfants) et la région d'habitation étaient les facteurs les plus associés au fait d'avoir une alimentation favorable à la santé et/ou à l'évolution de la consommation de fruits et légumes au cours du temps.

Les modèles étaient également ajustés sur l'AET et le ratio « $\frac{\text{consommation de fruits et légumes}}{\text{AET}}$ » en 1993.

Enfin, les modèles étaient stratifiés selon la localisation du cancer (cancer du sein vs. autres localisations), le stade au diagnostic (stades 0-I vs. stades II-III-IV) puis selon chacun des trois facteurs socio-économiques considérés.

Les modèles ont également été stratifiés selon la durée écoulée entre le remplissage des questionnaires et le diagnostic de cancer (diagnostic ayant eu lieu avant vs. après la date médiane de diagnostic dans la population E3N, correspondant à 6 ans après le remplissage du premier questionnaire alimentaire). La durée écoulée entre le diagnostic de cancer et le remplissage des questionnaires n'avait pas d'influence sur les associations observées entre la

survenue de cancer et l'évolution de la consommation de fruits et légumes. Ces résultats ne sont pas présentés dans cette section.

3.1. Caractéristiques des femmes de la population d'étude selon leur état de santé

Les 53 981 femmes incluses dans cette étude ont été décrites selon leur état de santé (**Tableau 7**). Les femmes ayant développé un cancer entre 1993 et 2005 présentaient des caractéristiques similaires aux femmes sans pathologies chroniques majeures sur cette même période de temps, en termes de caractéristiques socio-économiques, niveau d'activité physique, statut tabagique, apport énergétique et consommations de fruits et légumes. Elles étaient cependant plus âgées (29,6% vs. 23,6% de femmes âgées de plus de 57 ans) et avaient un IMC plus élevé (19,7% vs. 16,7% de femmes en surpoids ou obèses). En moyenne, le diagnostic de cancer survenait 6 ans après le remplissage du premier questionnaire et 6 ans après le remplissage du second questionnaire.

Aucune différence majeure n'était observée entre les femmes ayant été diagnostiquées à un stade précoce du cancer ou à un stade plus tardif (stades 0-I vs. stades II-III-IV), exception faite que les femmes diagnostiquées à des stades plus avancés vivaient plus fréquemment en région parisienne (20,7% vs. 18,6%) et étaient plus souvent en surpoids ou obèses (22,0% vs. 18,6%).

Les femmes ayant eu un cancer du sein, par comparaison avec les femmes ayant eu un autre type de cancer, étaient plus éduquées (38,3% vs. 34,4% de femmes avec un niveau d'éducation supérieur à 2 années d'études universitaires), vivaient plus fréquemment en région parisienne (20,4% vs. 18,5%), étaient plus jeunes (46,4% vs. 38,5% de femmes âgées de 51,3 ans ou plus), moins sportives (24,2% vs. 26,9% de femmes avec un niveau d'activité physique supérieur à 57,0 MET-h/semaine), plus fréquemment des anciennes fumeuses (34,3% vs. 32,4%) et moins fréquemment en situation de surpoids ou d'obésité (17,5% vs. 22,8%).

Résultats et discussion - Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de l'alimentation, selon l'environnement socio-économique, dans la population E3N

Tableau 7: Caractéristiques des femmes de la population d'étude en 1993, en fonction de leur état de santé entre 1993 et 2005 (N= 53 981).

	Femmes n'ayant pas eu de cancer ni de maladie chronique		Femmes ayant eu un cancer		Femmes ayant eu un cancer du sein		Femmes ayant eu un cancer autre qu'un cancer du sein		Femmes ayant eu une maladie chronique autre que le cancer			
	N=53 981	N=40 511	Ensemble	Stades 0-1 N=2 674	Stades II-III-IV N=1 170	Ensemble	Stades 0-1 N=1 785	Stades II-III-IV N=790	Ensemble	Stades 0-1 N=889	Stades II-III-IV N=380	N=8 851
Pourcentages %												
Niveau d'éducation												
< Baccalauréat	10.1	9.6	9.3	9.5	9.2	9.5	9.5	9.7	9.1	9.4	8.5	12.4
2 années d'études universitaires ou moins	53.6	53.4	54.0	53.6	54.2	52.2	52.0	52.5	56.5	56.7	57.6	54.6
Au-delà de 2 années d'études universitaires	36.3	37.0	36.7	36.9	36.6	38.3	38.5	37.8	34.4	33.9	33.9	33.0
Situation familiale												
Célibataire, sans enfants	5.7	5.7	6.0	5.8	6.7	6.4	6.0	7.6	5.6	5.4	5.0	5.5
Célibataire, au moins un enfant	10.0	9.9	10.4	10.2	10.2	9.7	9.6	9.9	11.3	11.2	10.8	10.6
En couple, sans enfants	5.6	5.6	6.1	6.0	6.6	6.4	6.4	6.2	5.6	5.3	7.4	5.2
En couple, au moins un enfant	78.7	78.8	77.5	78.0	76.5	77.5	78.0	76.3	77.5	78.1	76.8	78.7
Région d'habitation												
Sud	34.9	35.0	34.6	34.5	34.3	34.9	35.6	33.2	34.3	32.8	36.5	35.2
Ouest	11.2	11.3	11.5	11.8	11.1	10.9	11.3	10.1	12.4	12.8	13.2	10.2
Nord	12.6	12.4	12.9	13.4	12.0	12.6	12.3	12.4	13.3	15.4	11.1	13.1
Est	14.2	14.2	13.4	13.4	14.0	13.9	13.4	15.8	12.6	13.3	10.3	15.0
Centre	8.3	8.1	8.0	8.3	7.9	7.3	7.7	7.0	8.9	9.3	10.0	9.1
Île-de-France	18.8	19.0	19.6	18.6	20.7	20.4	19.7	21.5	18.5	16.4	18.9	17.4

Suite page suivante

Résultats et discussion - Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de l'alimentation, selon l'environnement socio-économique, dans la population E3N

Pourcentages %	Caractéristiques individuelles												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Âge (années)													
≤ 47.0	25.0	26.3	19.1	19.6	19.8	21.2	20.3	22.8	16.1	18.3	13.9	22.1	
47.0 - 51.3	25.0	25.3	24.0	23.9	25.5	25.2	24.6	26.6	22.4	22.5	23.2	24.0	
51.3 - 57.0	25.0	24.8	27.3	27.1	26.8	27.3	27.7	26.2	27.2	25.9	27.9	24.7	
> 57.0	25.0	23.6	29.6	29.4	27.9	26.3	27.4	24.4	34.3	33.3	35.0	29.2	
Activité physique (MET-h/semaine)													
≤ 20.9	24.9	24.8	24.0	23.6	24.8	24.5	24.5	23.4	23.2	21.8	27.3	26.5	
20.9 - 35.0	25.4	25.4	25.7	25.2	26.8	25.8	25.3	27.7	25.6	25.0	25.0	25.1	
35.0 - 57.0	24.8	25.0	25.0	25.7	23.3	25.5	25.8	24.8	24.3	25.5	20.3	23.6	
> 57.0	24.9	24.8	25.3	25.5	25.1	24.2	24.4	24.1	26.9	27.7	27.4	24.8	
Statut tabagique													
Non fumeuse	54.2	54.0	53.8	54.2	53.0	53.5	53.9	52.7	54.1	54.6	53.7	55.1	
Ancienne fumeuse	33.2	33.4	33.5	33.1	33.8	34.3	34.1	34.3	32.4	31.2	32.6	32.3	
Fumeuse	12.6	12.6	12.7	12.7	13.2	12.2	12.0	13.0	13.5	14.2	13.7	12.6	
IMC (Kg/m²)													
<18.5	3.3	3.5	2.9	2.9	2.9	2.8	2.7	2.8	3.0	3.1	2.9	2.7	
18.5-25	78.1	79.8	77.4	78.5	75.1	79.7	80.1	78.9	74.2	75.4	67.4	70.6	
25-30	15.5	14.2	16.4	15.5	17.8	14.6	14.8	14.1	19.0	17.0	25.5	20.9	
BMi≥30	3.1	2.5	3.3	3.1	4.2	2.9	2.4	4.2	3.8	4.5	4.2	5.8	
Moyenne (ET)													
AET en 1993 (kcal)	2217.3 (548.8)	2215.8 (549.6)	2220.2 (533.3)	2224.6 (533.4)	2235.0 (532.9)	2234.2 (524.4)	2228.9 (529.0)	2244.1 (517.6)	2200.4 (545.0)	2215.9 (542.3)	2216.2 (563.7)	2222.6 (553.3)	
Consommations en fruits et légumes (portions standard/j)													
1993	8.4 (3.3)	8.3 (3.3)	8.4 (3.3)	8.4 (3.3)	8.3 (3.3)	8.3 (3.3)	8.3 (3.2)	8.3 (3.3)	8.6 (3.4)	8.6 (3.4)	8.4 (3.4)	8.4 (3.4)	
2005	9.9 (3.9)	9.9 (3.9)	10.0 (3.9)	10.0 (3.9)	10.0 (3.8)	10.0 (3.8)	10.0 (3.9)	10.2 (3.8)	10.0 (3.9)	10.0 (4.0)	9.7 (3.7)	9.9 (3.9)	

MET-h, équivalent métabolique pour une heure (Metabolic Equivalent Task); iMC, Indice de Masse Corporelle; ET, Ecart-Type; AET, Apport Energétique Total.

3.2. Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de la consommation de fruits et légumes, toute localisation confondue

Les femmes qui développaient un cancer entre 1993 et 2005 augmentaient en moyenne leur consommation de fruits et légumes de 2,65% ($p=0,0003$) par comparaison avec les femmes qui ne développaient pas de cancer ou d'autres maladies chroniques sur cette même période de temps (**Tableau 8**). Cette augmentation était de plus grande ampleur chez les femmes ayant été diagnostiquées à des stades avancés de la maladie ($\beta=+5,03\%$, $p=0,0003$ vs. $\beta=+1,96\%$ pour des stades 0-I plus précoces, $p=0,0369$).

3.3. Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de la consommation de fruits et légumes, selon la localisation de cancer

L'augmentation de la consommation de fruits et légumes chez les femmes ayant eu un cancer n'était observée que chez les femmes ayant eu un cancer du sein (**Tableau 8**). L'augmentation était de l'ordre de 3,31% ($p=0,0004$) et était principalement observée chez les femmes ayant été diagnostiquées à des stades de la maladie plus tardifs ($\beta=+7,23\%$, $p<0,0001$ vs. $\beta=+2,03\%$, $p=0,0749$ pour des stades 0-I plus précoces). Les femmes ayant eu un cancer d'une autre localisation que le sein n'augmentaient pas leur consommation de fruits et légumes de manière significative ($\beta=+1,73\%$, $p=0,1168$).

3.4. Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de la consommation de fruits et légumes, selon l'environnement socio-économique

Les analyses stratifiées selon l'environnement socio-économique des femmes sont présentées en **Tableau 8**. Ici, seuls les résultats obtenus chez les femmes ayant eu un cancer du sein entre 1993 et 2005 et ayant été diagnostiquées à des stades plus tardifs (stades II-III-IV vs. stades plus précoces 0-I) sont commentés.

Une augmentation de la consommation de fruits et légumes n'était observée que chez les femmes ayant un niveau d'éducation intermédiaire ou élevé ($\beta=+5,01\%$, $p=0,029$ et $\beta=+10,20\%$, $p=0,0002$, respectivement), par opposition aux femmes ayant un niveau d'éducation plus faible ($\beta=+8,00\%$, $p=0,1621$ pour un niveau d'études inférieur au baccalauréat).

En ce qui concerne le contexte familial, une augmentation de la consommation de fruits et légumes n'était observée que chez les femmes sans enfants ni conjoint et les femmes en couple avec au moins un enfant. Cette augmentation était plus marquée chez les femmes sans enfants ni

Résultats et discussion - Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de l'alimentation, selon l'environnement socio-économique, dans la population E3N

conjoint que chez les femmes en couple avec au moins un enfant ($\beta=+18,71\%$, $p=0,003$ vs. $\beta=+6,46\%$, $p=0,0007$). Aucune augmentation de la consommation de fruits et légumes n'était observée chez les femmes sans conjoint avec au moins un enfant et chez les femmes en couple sans enfants ($\beta=+4,59\%$, $p=0,4323$ et $\beta=+6,94\%$, $p=0,3145$, respectivement).

Pour ce qui est de la région d'habitation, une augmentation de la consommation de fruits et légumes n'était observée que chez les femmes vivant dans le Sud, l'Ouest et l'Est de la France. Cette augmentation était de plus grande ampleur chez les femmes vivant dans l'Est ($\beta=+15,03\%$, $p=0,0004$) et l'Ouest de la France ($\beta=+11,91\%$, $p=0,0235$) que chez les femmes vivant dans le Sud ($\beta=+8,49\%$, $p=0,0028$). Aucune augmentation de la consommation de fruits et légumes n'était observée chez les femmes qui vivaient dans le Nord, le Centre et en région parisienne ($\beta=+7,97\%$, $p=0,3177$, $\beta=-0,65\%$, $p=0,9296$ et $\beta=+0,73\%$, $p=0,8977$, respectivement).

En résumé

Nous avons mis en évidence que **le diagnostic de cancer était associé à une augmentation significative de la consommation de fruits et légumes**. Cette augmentation ne s'observait **que chez les femmes ayant eu un cancer du sein** et était **plus prononcée chez les femmes pour lesquelles le diagnostic de cancer avait eu lieu à un stade plus avancé de la maladie** (stades II-III-IV vs. stades 0-I). En termes de facteurs socio-économiques, l'augmentation de la consommation de fruits et légumes était **uniquement observée au sein de certaines strates socio-économiques**.

Résultats et discussion - Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de l'alimentation, selon l'environnement socio-économique, dans la population E3N

Tableau 8 : Évolution relative de la consommation en fruits et légumes chez des femmes ayant eu un cancer, par comparaison avec des femmes n'ayant pas eu de cancer ni d'autres maladies chroniques, entre 1993 et 2005, selon des modèles de régression linéaire multivariés (N=53 981).

a) Résultats pour l'ensemble de la population et stratifiés selon le niveau d'éducation et la situation familiale des femmes.

	Ensemble																	
	Niveau d'éducation				Situation familiale													
	< Baccalauréat		Au-delà de 2 années universitaires ou moins		Célibataire, sans enfants		Célibataire, au moins un enfant		En couple, sans enfants		En couple, au moins un enfant							
	<i>Modèle 0</i>	<i>Modèle 1</i>	<i>Modèle 1</i>	<i>Modèle 1</i>	<i>Modèle 1</i>	<i>Modèle 1</i>	<i>Modèle 1</i>	<i>Modèle 1</i>	<i>Modèle 1</i>	<i>Modèle 1</i>	<i>Modèle 1</i>	<i>Modèle 1</i>	<i>Modèle 1</i>					
	N=53 981	N=5 417	N=28 944	N=19 620	N=3 074	N=5 413	N=3 033	N=42 461										
Cancer (N=4 619)	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value				
Stades 0-I (N=2 674)	1,81%	0,0313	2,65%	0,0003	4,81%	0,0562	1,40%	0,1543	3,89%	0,0014	2,75%	0,3634	4,39%	0,0763	2,43%	0,4215	2,44%	0,0029
Stades II-III-IV (N=1 170)	1,51%	0,1633	1,96%	0,0369	2,22%	0,4893	1,44%	0,255	2,59%	0,0955	2,38%	0,5479	6,43%	0,045	2,58%	0,507	1,33%	0,2041
Cancer du sein (N=2 699)	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value
Stades 0-I (N=1 785)	4,05%	0,0002	3,31%	0,0004	5,36%	0,0936	1,69%	0,1862	5,06%	0,0009	6,62%	0,0797	4,46%	0,1716	4,94%	0,1893	2,81%	0,0073
Stades II-III-IV (N=790)	2,52%	0,0546	2,03%	0,0749	4,03%	0,299	0,61%	0,6928	3,47%	0,0602	0,62%	0,8957	5,67%	0,1548	3,49%	0,446	1,63%	0,1997
Autres localisations de cancer (N=1 920)	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value
Stades 0-I (N=869)	8,53%	<0,0001	7,23%	<0,0001	8,00%	0,1621	5,01%	0,029	10,20%	0,0002	18,71%	0,003	4,59%	0,4323	6,94%	0,3145	6,46%	0,0007
Stades II-III-IV (N=380)	-1,33%	0,295	1,73%	0,1168	4,00%	0,2962	1,02%	0,4782	2,06%	0,2749	-3,44%	0,466	4,30%	0,2292	1,61%	0,7318	1,92%	0,1198
Autres maladies chroniques (N=8 851)	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value
Stades 0-I (N=869)	-0,52%	0,7772	1,83%	0,2525	-1,46%	0,7888	2,96%	0,1565	0,59%	0,8319	6,29%	0,3653	7,74%	0,1358	0,37%	0,9577	0,73%	0,6808
Stades II-III-IV (N=380)	-0,93%	0,7389	0,45%	0,8532	4,39%	0,6173	-2,53%	0,4216	4,24%	0,3114	4,89%	0,6557	-1,33%	0,8687	1,85%	0,8385	0,13%	0,9611
Autres maladies chroniques (N=8 851)	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value
	0,66%	0,299	1,16%	0,0373	0,14%	0,9347	1,11%	0,1356	1,62%	0,0924	3,37%	0,1602	-0,94%	0,6142	0,53%	0,8281	1,32%	0,0328

Suite page suivante

Résultats et discussion - Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de l'alimentation, selon l'environnement socio-économique, dans la population E3N

b) Résultats pour l'ensemble de la population et stratifiés selon la région d'habitation des femmes.

	Ensemble		Région d'habitation																		
			Sud			Ouest			Nord			Est			Centre			Île-de-France			
	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	β	P-value	
Cancer (N=4 619)	2,65%	0,0003	3,18%	0,0083	5,78%	0,0068	1,23%	0,5809	3,82%	0,054	4,29%	0,0826	-0,45%	0,7904							
Stades 0-I (N=2 674)	1,96%	0,0369	1,84%	0,2341	6,24%	0,0214	1,19%	0,674	2,14%	0,401	4,46%	0,1528	-1,04%	0,639							
Stades II-III-IV (N=1 170)	5,03%	0,0003	6,50%	0,0049	5,38%	0,1947	3,85%	0,3821	9,12%	0,0138	4,14%	0,38	0,98%	0,7554							
Cancer du sein (N=2 699)	3,31%	0,0004	3,51%	0,0224	7,14%	0,0109	0,19%	0,9479	6,33%	0,0109	7,02%	0,033	-0,42%	0,8425							
Stades 0-I (N=1 785)	2,03%	0,0749	1,77%	0,3384	6,26%	0,0619	0,35%	0,9219	2,33%	0,4501	7,37%	0,0584	-1,31%	0,6174							
Stades II-III-IV (N=790)	7,23%	<0,0001	8,49%	0,0028	11,91%	0,0235	2,09%	0,6901	15,03%	0,0004	7,43%	0,2227	1,08%	0,7717							
Autres localisations de cancer (N=1 920)	1,73%	0,1168	2,71%	0,1368	4,11%	0,1848	2,63%	0,4263	-0,11%	0,971	1,09%	0,7575	-0,49%	0,8506							
Stades 0-I (N=889)	1,83%	0,2525	1,99%	0,4608	6,21%	0,1601	2,54%	0,5681	1,74%	0,6885	-0,40%	0,9355	-0,40%	0,9206							
Stades II-III-IV (N=380)	0,45%	0,8532	2,74%	0,4801	-5,07%	0,4443	7,97%	0,3177	-9,83%	0,1903	-0,65%	0,8296	0,73%	0,8977							
Autres maladies chroniques (N=8 851)	1,16%	0,0373	0,47%	0,6021	2,74%	0,1074	3,09%	0,0671	0,07%	0,9629	1,35%	0,018	1,26%	0,3485							

Modèle 0 : Modèle univarié
 Modèle 1 : Modèle ajusté sur l'âge, l'activité physique, le statut tabagique, l'IMC, le niveau d'éducation, la situation familiale, la région d'habitation, l'AET en 1993, et le ratio « consommation de fruits et légumes/AET » en 1993.

3.5. Discussion

3.5.1. Comparaison avec la littérature existante

Une revue de la littérature portant sur de précédentes études de cohorte prospectives menées chez des patients ayant eu un cancer a mis en évidence de faibles niveaux d'activité physique, une faible adhésion aux recommandations nutritionnelles ainsi qu'une prévalence élevée de surpoids et d'obésité chez ces patients²⁷⁸. Un gain de poids et une baisse de l'activité physique suite aux traitements sont également fréquents. Dans notre étude, une augmentation significative de la consommation de fruits et légumes était observée chez les femmes ayant eu un cancer, par comparaison avec des femmes n'ayant pas eu de cancer ni d'autres maladies chroniques. Nos résultats pourraient s'expliquer par le fait que la période suivant le diagnostic d'un cancer soit, pour les patients, une période de forte réceptivité aux recommandations liées au mode de vie²⁸⁵. Cette période-clé a ainsi pu avoir un effet potentialisateur chez des femmes E3N déjà plus sensibles à leurs comportements de santé que la population générale.

Au regard des autres localisations, l'augmentation significative de la consommation de fruits et légumes n'était observée que chez les femmes ayant eu un cancer du sein, ce qui est en accord avec les résultats obtenus par une cohorte prospective norvégienne²⁸¹. Les patientes atteintes de cancer du sein ont déjà été montrées comme étant relativement plus enclines à modifier leur mode de vie^{286;287}. Des changements de comportements ont souvent été observés chez ces patientes^{288;289}.

Le cancer du sein est le cancer le plus fréquent chez la femme en France et à l'échelle mondiale¹¹¹. C'est un cancer de bon pronostic, avec un taux de survie à 5 ans supérieur à 80% pour les cancers diagnostiqués tôt²⁹⁰, et pour lequel de nombreuses initiatives, en France et à l'étranger, ont été mises en place afin d'inciter les femmes à adopter des modes de vie sain²⁹¹⁻²⁹⁵.

Dans notre étude, l'augmentation de la consommation de fruits et légumes était plus prononcée pour des diagnostics ayant eu lieu à un stade plus avancé de la maladie (stades II-III-IV). L'étude norvégienne précédemment citée²⁸¹ observait également ce résultat. Comme cette étude, nous pouvons émettre l'hypothèse qu'un diagnostic de cancer entraîne une motivation à l'adoption de comportements favorables à la santé d'autant plus importante que le stade au diagnostic est avancé, un stade au diagnostic plus avancé étant associé à un risque de récurrence plus élevé et étant de moins bon pronostic.

Résultats et discussion - Influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de l'alimentation, selon l'environnement socio-économique, dans la population E3N

Une seule étude s'est intéressée à l'influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution de l'alimentation, en fonction du statut socio-économique. Elle n'a observé aucune interaction entre l'environnement socio-économique et l'évolution de l'alimentation, caractérisée par la consommation de légumes et de boissons alcoolisées²⁸⁰.

Dans notre étude, l'augmentation de la consommation de fruits et légumes chez les femmes ayant eu un cancer du sein diagnostiqué tardivement (stades II-III-IV) était seulement observée chez les femmes ayant un niveau d'éducation intermédiaire (compris entre le baccalauréat et deux années universitaires) et élevé (au-delà de deux années universitaires), chez les femmes vivant dans le Sud, l'Ouest et en région parisienne, et chez les femmes sans enfants ni conjoint et en couple avec au moins un enfant. Nos résultats en lien avec le niveau d'éducation et le fait de vivre dans le Sud sont cohérents avec ceux de la littérature. En effet, ces deux facteurs ont été montrés comme étant associés positivement à l'adhésion aux recommandations nutritionnelles^{22;54}. De plus, une étude a déjà mis en évidence une plus forte adhésion aux recommandations nutritionnelles du WCRF chez les patients plus éduqués ayant eu un cancer²⁹⁶. Par ailleurs, tel que montré dans le chapitre précédent (*cf.* partie 2, section Résultats), une amélioration des comportements alimentaires au cours du temps caractérisée par exemple par une augmentation de la consommation de fruits et légumes, est associée à des environnements socio-économiques favorisés.

En ce qui concerne les résultats que nous avons observés pour la situation familiale et le fait de vivre dans l'Ouest ou l'Est de la France, des études complémentaires sont nécessaires afin de comprendre les mécanismes à travers lesquels ces groupes socio-économiques spécifiques sont associés à une augmentation de la consommation de fruits et légumes, dans le cadre d'un diagnostic de cancer du sein.

3.5.2. Limites et forces

Plusieurs limites de ce travail sont à souligner. À l'exception du cancer du sein, nous n'étions pas en mesure d'étudier spécifiquement les autres localisations de cancer par manque d'effectifs dans ces catégories. Par ailleurs, les formes les plus graves de cancer, ayant pu conduire au décès des participantes avant 2005, n'étaient pas incluses dans nos analyses, d'où la tendance à surreprésenter les cancers de bon pronostic dans notre analyse. Finalement, du fait que les femmes E3N sont davantage sensibles à leurs comportements de santé et ont en moyenne un niveau d'éducation plus élevé que l'ensemble de la population française, nos résultats ne peuvent être directement extrapolés à la population générale. Malgré cela, nous avons mis en évidence des inégalités socio-économiques dans ce groupe de population plutôt favorisé,

suggérant que ces inégalités auraient été d'autant plus élevées en population générale où la variabilité socio-économique et celle liée aux comportements alimentaires sont plus importantes.

Comme souligné dans la discussion de l'objectif scientifique précédent (*cf.* partie 2.5.2., section Résultats), une limite de ce travail relève de la difficulté à évaluer le changement d'alimentation dans le temps à cause des erreurs inhérentes associées aux méthodes de recueil alimentaire²⁷⁴. Le fait de s'intéresser à l'évolution des consommations au cours du temps et de considérer le ratio ($\frac{\text{Quantité de fruits et légumes consommés par jour}}{\text{AET journalier}}$) nous permettait de nous affranchir de ce problème, du moins en partie.

La principale force de ce travail est que, pour la première fois, il a été possible d'étudier l'influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution à long terme de l'alimentation, plus exactement sur une période de 12 années. Des données alimentaires détaillées, recueillies à 12 ans d'intervalle, à l'aide d'un questionnaire de fréquence alimentaire et des données socio-économiques individuelles et contextuelles ont été utilisées. Le nombre de cas de cancers inclus était grand, garantissant une puissance statistique élevée de nos analyses et nous permettant d'étudier spécifiquement les cas de cancer du sein.

3.6. Conclusion

Nos résultats suggèrent **l'existence de disparités en termes d'évolution de l'alimentation chez les patients ayant eu un cancer. La localisation du cancer, le stade au diagnostic et le statut socio-économique des individus** semblent être liés à ces disparités. Il est important à présent **d'élucider les mécanismes** impliqués dans celles-ci et de **comprendre les freins** qui empêchent certains groupes de la population d'adopter des comportements favorables à la santé à même hauteur que leurs homologues, **afin d'adapter les recommandations nutritionnelles en prévention tertiaire** pour qu'elles affectent **l'ensemble des individus concernés, indépendamment de leur niveau individuel ou environnement socio-économique, ou encore des caractéristiques de la tumeur diagnostiquée.**

4. Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

4.1. Validation du questionnaire papier, en population spécifique

Cette partie a fait l'objet de la publication « *Validity and reproducibility of a short food frequency questionnaire among patients with chronic kidney disease* », parue au *BMC Nephrology* (Annexe 9).

Le questionnaire alimentaire court (*cf.* partie 2., section Introduction), pour lequel le protocole de création et de validation a précédemment été décrit (*cf.* partie 3.1., section Matériels et Méthodes), a fait l'objet dans un premier temps d'une étude de validation dans un échantillon de la cohorte CKD-Rein, composée de patients atteints de maladie rénale chronique.

La maladie rénale chronique (MRC) est une maladie fréquente, définie indépendamment de sa cause par la présence, pendant plus de trois mois, de marqueurs d'atteinte rénale ou d'une baisse du débit de filtration glomérulaire estimé (DFG estimé) au-dessous de 60 ml/min/1,73 m²²⁹⁷. Elle est associée à un sur-risque d'insuffisance rénale terminale (pour laquelle la dialyse ou la transplantation sont nécessaires) et de mortalité. Afin d'éviter l'insuffisance rénale terminale, il est primordial de prévenir la progression de la maladie rénale chronique et de contrôler les symptômes qui lui sont associés, *via* une nutrition adaptée²⁹⁸, des études ayant mis en évidence des associations entre différents micronutriments et la MRC. Ainsi, il est actuellement recommandé (mais rarement atteint) de réduire les apports alimentaires en protéines à 0,8 g/kg/jour dès l'apparition du stade 3 de la maladie^{297;299} (NB : il existe cinq stades d'évolution de la maladie rénale chronique et le stade 3 correspond à l'insuffisance rénale chronique modérée³⁰⁰), même si l'effet des protéines alimentaires sur la progression de la MRC est encore en discussion dans la littérature³⁰¹⁻³⁰³. De plus, à partir du stade 3 de la MRC, les apports en calcium, phosphore, potassium et sodium ont également besoin d'être surveillés, du fait de leur implication dans les complications du métabolisme minéral et osseux et dans les complications cardiovasculaires de la maladie^{297;299}. Finalement, parce que plus de 40% des patients atteints de MRC sont diabétiques, ils sont encouragés à diminuer leur consommation de produits gras et sucrés³⁰⁴. En termes de profils alimentaires, le profil méditerranéen et le profil DASH (*Dietary Approaches to Stop Hypertension*, profil alimentaire ayant pour objectif de ralentir ou stopper la progression de l'hypertension) étant tous deux des régimes alimentaires à charge acide faible, ont été montrés comme étant associés à un ralentissement de l'évolution de la MRC³⁰⁵.

Malgré l'ensemble de ces résultats et l'existence de recommandations nutritionnelles adaptées à la MRC, peu de patients bénéficient d'un suivi diététique et peu d'informations relatives à leurs consommations alimentaires sont actuellement disponibles en recherche clinique ou épidémiologique. Il est donc nécessaire d'avoir à disposition un outil de recueil alimentaire rapide et facile à remplir, qui permette d'évaluer l'AET et les apports en macronutriments et certains micronutriments des patients atteints de MRC.

Le premier objectif méthodologique de ce travail a donc été d'étudier la validité et la reproductibilité du questionnaire alimentaire court, auto-administré, dans un échantillon de patients issus de la cohorte CKD-REIN et atteints de MRC, selon le protocole de validation détaillé dans la section « Matériel et Méthodes » (*cf.* partie 3.1.3).

4.1.1. Caractéristiques de la population

Les participants inclus dans l'étude de reproductibilité et dans celle de validité avaient des caractéristiques similaires (**Tableau 9**). Parmi les 201 participants inclus dans l'étude de reproductibilité, 127 étaient inclus dans l'étude de validité. 35,3% des participants étaient des femmes. L'âge moyen était de 65,3±11,8 ans et l'IMC moyen de 28,1±5,5 kg/m². Les participants étaient en stade 3 ou 4 de MRC, c'est-à-dire en stade modéré (56,2% des participants) ou avancé (43,8% des participants), respectivement. Le taux moyen de filtration glomérulaire était de 31,6±11,8 ml/min/1,73m². 39,3% des participants étaient diabétiques (HbA1c moyenne=6,3±1,1% et glycémie moyenne=6,1±1,7 mmol/l). Les participants vivaient dans l'ensemble des régions de France, avec néanmoins une sur-représentation des participants vivant dans le Nord-Est et le Sud-Ouest de la France.

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

Tableau 9 : Description des sujets inclus dans l'étude de validité et dans l'étude de reproductibilité.

	Validité	Reproductibilité
	N=127	N=201
	Moyenne (ET)	
Sexe (% femmes)	37,8	35,3
Âge (années)	67,4 (10,1)	65,3 (11,8)
IMC (kg/m²)	28,0 (5,6)	28,1 (5,5)
Stade de la MRC	%	
Stade 3	58,3	56,2
Stade 4	41,7	43,8
Taux de Filtration Glomérulaire¹ (ml/min/1,73m²)	Moyenne (ET)	
	30,9 (10,7)	31,6 (11,8)
	Moyenne (ET)	
Diabétiques (%)	37,8	39,3
HbA1c² (%)	6,3 (1,1)	6,3 (1,1)
Glycémie² (mmol/l)	6,0 (1,7)	6,1 (1,7)
Région d'habitation	%	
Nord-Ouest	3,9	6,5
Nord-Est	37,8	31,3
Sud-Ouest	38,6	35,3
Sud-Est	10,2	12,9
Paris et Île-de-France	9,4	13,9
Distribution des rappels de 24h	Moyenne (ET)	
Jours de semaine	4,3 (0,5)	
Jours de weekend	1,7 (0,5)	
Automne/Hiver	2,8 (0,6)	
Printemps/Été	3,2 (0,6)	

ET, Ecart-type ; IMC, Indice de Masse Corporelle ; MRC, Maladie Rénale Chronique.

¹ Le taux de filtration glomérulaire a été mesuré lors de l'inclusion des patients dans l'étude CKD-Rein.

² L'HbA1c et la glycémie ont été mesurées à un temps proche du remplissage du FFQ1 (en moyenne, 2,7 et 2,6 mois avant l'administration du FFQ1 dans l'étude de validité et de reproductibilité, respectivement).

4.1.2. Validité du questionnaire

4.1.2.1. Groupes alimentaires

Les apports alimentaires estimés par le 2^{ème} questionnaire de fréquence alimentaire (FFQ2, *Food Frequency Questionnaire 2*) et la moyenne des rappels de 24h étaient majoritairement comparables entre eux (**Tableau 28**, section Annexes). Certains apports alimentaires étaient toutefois surestimés par le FFQ2 : les produits céréaliers complets (pâtes, riz, blé complets), les légumineuses, le lait, les jus de fruits, les boissons sucrées et les boissons light ; d'autres sous-estimés : les boissons alcoolisées hors vin.

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

Lorsque les résultats issus du FFQ2 en termes de groupes alimentaires étaient comparés à ceux obtenus *via* les rappels de 24h, les coefficients de corrélation bruts de Spearman étaient compris entre 0,05 (pour les légumineuses) et 0,79 (pour le thé et les infusions), la valeur médiane étant de 0,40 (**Tableau 29**, section Annexes). Treize groupes alimentaires avaient un coefficient de corrélation inférieur à 0,3.

La proportion médiane de participants classés dans le même quintile d'apports alimentaires ou dans le quintile adjacent, *via* le FFQ2 et les rappels de 24h, était de 68,0%. La proportion médiane de participants classés dans les quintiles opposés était de 3,0%. La proportion médiane de participants classés dans le même tertile était de 51,0%.

4.1.2.2. *Nutriments*

Les apports en macronutriments estimés par le FFQ2 étaient similaires à ceux estimés par les rappels de 24h, à l'exception des apports en protéines, fibres et cholestérol qui étaient sous-estimés par le FFQ (**Tableau 10**). Lorsque les apports en micronutriments estimés par les deux méthodes étaient différents ($p < 0,05$), ils étaient sous-estimés par le FFQ2, sauf dans le cas du rétinol et du manganèse.

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

Tableau 10 : Description des apports nutritionnels évalués par les rappels de 24h et le FFQ2 (N=127).

	Consommations journalières	
	Rappels de 24h	FFQ2
	Moyennes (ET)	
Apport énergétique total (kcal)	1758,7 (490,6)	1748,1 (722,8)
Protéines (g)	75,1 (19,9)	69,7* (28,0)
Glucides (g)	196,3 (63,7)	201,5 (102,3)
Lipides (g)	61,5 (19,6)	60,0 (28,3)
Acides gras saturés (g)	24,1 (8,6)	23,6 (13,6)
Acides gras mono-insaturés (g)	20,4 (7,0)	21,5 (10,1)
Acides gras poly-insaturés (g)	9,2 (4,3)	8,9 (4,9)
Cholestérol (mg)	263,5 (98,5)	234,2* (109,8)
Sucres simples (g)	75,6 (29,9)	78,3 (71,7)
Fibres (g)	19,5 (6,3)	18,4* (8,4)
Alcool (g) ³	10,5 (15,5)	10,7 (17,3)
Rétinol (µg)	17,9 (66,0)	496,0* (429,8)
Carotène (µg)	3372,7 (1627,2)	2318,8* (1604,1)
Vitamine B1 (mg)	1,1 (0,3)	1,0* (0,5)
Vitamine B2 (mg)	1,4 (0,5)	1,4 (0,8)
Vitamine B3 (mg)	16,6 (5,0)	15,6 (6,8)
Vitamine B5 (mg)	4,5 (1,3)	4,6 (2,3)
Vitamine B6 (mg)	1,7 (0,6)	1,5* (0,6)
Vitamine B9	281,7 (90,4)	281,1 (134,2)
Vitamine B12 (µg) ³	10,3 (19,2)	5,9 (3,6)
Vitamine C (mg)	112,2 (53,2)	107,9* (113,7)
Vitamine D (µg)	9,1 (1,5)	1,9* (1,0)
Vitamine E (mg)	9,3 (3,9)	10,4 (5,8)
Calcium (mg)	1171,0 (338,7)	956,9* (616,5)
Fer (mg)	10,8 (4,0)	10,2 (4,5)
Magnésium (mg)	307,5 (90,2)	329,3 (152,4)
Zinc (mg)	10,3 (4,1)	8,8* (3,6)
Phosphates (mg)	1083,5 (267,9)	1067,8 (492,5)
Manganèse (mg)	3,3 (1,7)	11,0* (5,1)
Potassium (mg)	2959,8 (793,5)	2983,1 (1547,5)
Iodine (µg)	121,3 (62,3)	108,6* (52,5)
Cuivre (mg)	2,3 (1,2)	2,3 (1,4)
Sodium (mg)	5058,4 (1734,1)	2319,3* (1066,2)
Eau (g)	2681,7 (604,0)	2674,0 (1454,4)

FFQ2, *Food Frequency Questionnaire 2*, Questionnaire de fréquence alimentaire 2 (déployé un an après le début de l'étude de validation et le premier remplissage du questionnaire) ; ET, Ecart-Type.

*Moyenne significativement différente ($p < 0,05$) de celle obtenue *via* les rappels de 24h (tests des rangs signés de Wilcoxon appliqués).

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

Lorsque les résultats du FFQ2 en termes d'apports nutritionnels, étaient comparés à ceux obtenus *via* les rappels de 24h (**Tableau 11**), les coefficients de corrélation bruts étaient compris entre 0,11 (pour l'eau) et 0,76 (pour l'alcool), la médiane étant de 0,32. Une fois les coefficients ajustés sur l'énergie corrigés pour la variabilité inter- et intra- individuelle, ceux-ci augmentaient légèrement pour la plupart des items et étaient alors compris entre 0,10 (pour l'eau) et 0,59 (pour le cholestérol), la valeur médiane étant de 0,35.

Les coefficients de corrélation relatifs aux apports en protéines, calcium, phosphates et potassium (quatre des principaux nutriments d'intérêt pour les patients atteints de MRC) étaient compris entre 0,32 (pour le potassium) et 0,46 (pour les protéines). Les coefficients de corrélation relatifs aux apports en glucides et lipides étaient égaux à 0,42 et 0,40, respectivement. Des coefficients de corrélation inférieurs à 0,3 étaient observés pour les apports relatifs à douze nutriments (le bêta carotène, les vitamines B3, B5, C et D, le fer, le magnésium, le zinc, le manganèse, l'iode, le sodium et l'eau).

La proportion médiane de participants classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent d'apports nutritionnels, *via* le FFQ2 et les rappels de 24h, était de 65,0%. La proportion médiane de participants classés dans les quintiles opposés était de 4,5%. En ce qui concerne les apports nutritionnels relatifs aux nutriments d'intérêt pour la MRC, la proportion médiane de participants classés dans le même quintile d'apport ou dans le quintile adjacent, en comparant les deux méthodes, était comprise entre 63% (pour le calcium) et 69% (pour le phosphate). La proportion médiane de participants classés dans les quintiles opposés était comprise entre 1% (pour les lipides) et 6% (pour le sodium, les phosphates et le potassium).

Lorsque les apports nutritionnels (relatifs aux nutriments d'intérêt pour les patients atteints de MRC) estimés par les deux méthodes étaient comparés *via* la méthode de Bland-Altman, une bonne concordance entre les deux méthodes était observée, pour l'ensemble de la distribution des valeurs (**Figures 24-31**, section Annexes). La différence moyenne observée entre les deux méthodes était proche de 0 pour l'ensemble des nutriments considérés, à l'exception du sodium et du calcium. En considérant la distribution des apports en sodium chez tous les participants, ces apports étaient systématiquement sous-estimés par le FFQ2, ce qui est cohérent avec les résultats présentés en **Tableau 10**. Pour l'ensemble des nutriments et notamment les nutriments d'intérêt dans la MRC, le pourcentage de valeurs en dehors des limites d'agrément des graphes était compris entre 0,8% (pour la vitamine B6) et 8,7% (pour la vitamine B5), la médiane étant de 4,7%. Ceci correspond au pourcentage attendu de valeurs non comprises dans

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

l'intervalle de référence (moyennes \pm 1.96ET). La concordance entre les deux méthodes n'était pas modifiée selon que les apports en chacun des nutriments étaient faibles ou élevés.

Tableau 11 : Validité du FFQ en termes d'apports nutritionnels (N=127).

	Coefficients de corrélation de Pearson			Classification croisée de la distribution des apports nutritionnels	
	FFQ2 vs. moyenne des 6 rappels de 24h				
	Bruts	Ajustés sur l'AET ¹	Corrigés pour la variabilité inter- et intra-individuelle ²	% de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent	% de sujets classés dans les quintiles extrêmes
Apport énergétique total (kcal)	0,40	-	-	67	4
Protéines (g)	0,39	0,39	0,46	68	2
Glucides (g)	0,36	0,39	0,42	65	5
Lipides (g)	0,44	0,34	0,40	66	1
Acides gras saturés (g)	0,47	0,39	0,47	66	1
Acides gras mono-insaturés (g)	0,43	0,31	0,39	69	2
Acides gras poly-insaturés (g)	0,41	0,40	0,46	67	1
Cholestérol (mg)	0,52	0,44	0,59	68	1
Sucres simples (g)	0,32	0,32	0,34	65	7
Fibres (g)	0,35	0,40	0,44	67	5
Alcool (g) ³	0,76	-	-	87	0
Rétinol (μ g)	0,42	0,43	0,44	39	20
Carotène (μ g)	0,21	0,21	0,29	66	5
Vitamine B1 (mg)	0,32	0,27	0,33	61	4
Vitamine B2 (mg)	0,36	0,41	0,47	66	5
Vitamine B3 (mg)	0,27	0,22	0,29	62	3
Vitamine B5 (mg)	0,27	0,16	0,18	59	5
Vitamine B6 (mg)	0,26	0,31	0,35	61	5
Vitamine B9	0,29	0,32	0,37	60	5
Vitamine B12 (μ g) ³	0,31	-	-	60	3
Vitamine C (mg)	0,20	0,19	0,22	63	7
Vitamine D (μ g)	0,21	0,18	0,26	59	3
Vitamine E (mg)	0,47	0,45	0,52	73	1

Suite page suivante

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

	Coefficients de corrélation de Pearson			Classification croisée de la distribution des apports nutritionnels	
	FFQ2 vs. moyenne des 6 rappels de 24h				
	Bruts	Ajustés sur l'AET ¹	Corrigés pour la variabilité inter- et intra-individuelle ²	% de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent	% de sujets classés dans les quintiles extrêmes
Calcium (mg)	0,41	0,39	0,43	63	4
Fer (mg)	0,28	0,17	0,20	61	3
Magnésium (mg)	0,31	0,27	0,29	60	4
Zinc (mg)	0,33	0,19	0,24	66	5
Phosphates (mg)	0,36	0,34	0,39	69	6
Manganèse (mg)	0,20	0,11	0,11	54	8
Potassium (mg)	0,31	0,29	0,32	66	6
Iodine (µg)	0,32	0,22	0,27	65	5
Cuivre (mg)	0,41	0,37	0,41	69	2
Sodium (mg)	0,22	0,10	0,12	64	6
Eau (g)	0,11	0,10	0,10	65	9

FFQ2, *Food Frequency Questionnaire 2*, Questionnaire de fréquence alimentaire 2 (déployé un an après le début de l'étude de validation et le premier remplissage du questionnaire) ; AET, Apport Energétique Total.

La classification croisée est effectuée à partir des variables brutes.

Avant de calculer les coefficients de corrélation de Pearson, toutes les variables sont log-transformées afin de tendre vers une distribution normale des apports nutritionnels.

¹ Ajustement selon la méthode des résidus.

² Coefficients ajustés sur l'AET

³ Des coefficients de Spearman ont été calculés car ces apports nutritionnels ne suivaient pas une distribution normale.

P < 0,05 pour chaque coefficient de corrélation de Pearson, sauf pour ceux caractérisés en gras.

4.1.3. Reproductibilité du questionnaire

4.1.3.1. Groupes alimentaires

Les apports alimentaires estimés par les deux FFQs (FFQ1 et FFQ2, mêmes questionnaires déployés à un an d'intervalle) étaient majoritairement comparables à l'exception des apports en « pains et dérivés blancs », « sandwichs, burgers et kebab », « abats » « œufs », « fruits », et « boissons light » qui étaient plus faibles lorsqu'ils étaient estimés par le FFQ2 (**Tableau 30**, section Annexes).

Lorsque les deux FFQs étaient comparés en termes de groupes alimentaires, les coefficients de corrélation bruts de Spearman étaient compris entre 0,40 (pains et dérivés « blancs ») et 0,86 (vin), la médiane étant de 0,54 (**Tableau 31**, section Annexes). Les coefficients de corrélation intraclasse étaient compris entre 0,02 (poissons et viandes panés) et 0,73 (vin et items « huile de tournesol et d'arachide » et « margarines et mayonnaises »), la médiane étant de 0,40. Des coefficients de corrélation inférieurs à 0,3 étaient observés pour sept groupes alimentaires : les légumineuses, les frites et autres tubercules frits, les poissons et viandes panées, les abats, les produits de la mer hors poisson, les fromages et les jus de fruits.

La proportion médiane de participants classés dans le même quintile d'apports alimentaires ou dans le quintile adjacent *via* les deux FFQs était de 75,0%. La proportion médiane de participants classés dans les quintiles opposés était de 1,0%. La proportion médiane de participants classés dans le même tertile était de 63,0%.

4.1.3.2. Nutriments

Tous les apports en nutriments estimés *via* le FFQ2 étaient inférieurs à ceux estimés *via* le FFQ1 ($p < 0,05$ pour tous) (**Tableau 32**, section Annexes).

Lorsque les deux FFQs étaient comparés en termes d'apports nutritionnels (FFQ2 vs. FFQ1), les coefficients de corrélation bruts étaient compris entre 0,39 (pour les fibres) et 0,90 (pour l'alcool), la médiane étant de 0,52 (**Tableau 12**). Les coefficients de corrélation de Pearson ajustés sur l'énergie étaient compris entre 0,32 (pour le sodium) et 0,60 (pour la vitamine E), la médiane étant de 0,46. Les coefficients de corrélation intraclasse étaient compris entre 0,18 (pour le rétinol) et 0,66 (pour l'alcool), la médiane étant de 0,46. Les coefficients de corrélation relatifs aux apports en protéines, calcium, phosphate, potassium et sodium (cinq des principaux nutriments d'intérêt pour les patients atteints de MRC) étaient compris entre 0,39 (pour le sodium) et 0,54 (pour le calcium). Les coefficients de corrélation intraclasse relatifs aux apports en glucides et lipides étaient de 0,33 et 0,52 respectivement. Des coefficients de corrélation inférieurs à 0,3 étaient observés pour les apports en rétinol et en vitamine B12.

La proportion médiane de participants classés dans le même quintile d'apport nutritionnel ou dans le quintile adjacent par les deux FFQs était de 75,0%. La proportion médiane de participants classés dans les quintiles opposés était de 2,0%. En ce qui concerne les nutriments d'intérêt pour les patients atteints de MRC, la proportion médiane de participants classés dans le même quintile d'apports nutritionnels ou dans le quintile adjacent, *via* les deux FFQs, était comprise entre 67% (pour le sodium) et 81% (pour le calcium). La proportion médiane de participants classés dans les quintiles opposés était comprise entre 0% (pour le calcium) et 3% (pour le sodium).

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

Tableau 12 : Reproductibilité du FFQ en termes d'apports nutritionnels (N=201).

	Coefficients de corrélation de Pearson			Classification croisée de la distribution des apports nutritionnels	
	FFQ2 vs. FFQ1			% de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent	% de sujets classés dans les quintiles extrêmes
	Bruts	Ajustés sur l'AET ¹	CCI		
Apport énergétique total (kcal)	0,50	-	0,43	75	2
Protéines (g)	0,51	0,51	0,47	71	2
Glucides (g)	0,42	0,39	0,33	74	4
Lipides (g)	0,58	0,49	0,52	76	1
Acides gras saturés (g)	0,59	0,49	0,51	76	2
Acides gras mono-insaturés (g)	0,59	0,53	0,54	75	1
Acides gras poly-insaturés (g)	0,56	0,57	0,55	77	2
Cholestérol (mg)	0,54	0,48	0,49	79	1
Sucres simples (g)	0,54	0,48	0,36	79	2
Fibres (g)	0,39	0,43	0,33	72	3
Alcool (g) ²	0,90	-	0,66	97	0
Rétinol (µg)	0,48	0,46	0,18	81	4
Carotène (µg)	0,58	0,56	0,62	79	2
Vitamine B1 (mg)	0,49	0,35	0,48	67	2
Vitamine B2 (mg)	0,54	0,41	0,53	76	2
Vitamine B3 (mg)	0,46	0,44	0,48	72	4
Vitamine B5 (mg)	0,49	0,37	0,49	73	3
Vitamine B6 (mg)	0,47	0,41	0,45	73	4
Vitamine B9	0,47	0,41	0,44	73	3
Vitamine B12 (µg)	0,48	0,45	0,23	79	2
Vitamine C (mg)	0,47	0,43	0,32	76	2
Vitamine D (µg)	0,53	0,55	0,38	75	2
Vitamine E (mg)	0,59	0,60	0,58	78	1

Suite page suivante

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

	Coefficients de corrélation de Pearson			Classification croisée de la distribution des apports nutritionnels	
	FFQ2 vs. FFQ1			% de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent	% de sujets classés dans les quintiles extrêmes
	Bruts	Ajustés sur l'AET ¹	CCI		
Calcium (mg)	0,61	0,55	0,54	81	0
Fer (mg)	0,46	0,37	0,42	71	1
Magnésium (mg)	0,49	0,46	0,46	70	3
Zinc (mg)	0,52	0,49	0,42	74	2
Phosphates (mg)	0,55	0,52	0,47	79	2
Manganèse (mg)	0,49	0,46	0,46	71	3
Potassium (mg)	0,50	0,41	0,44	74	1
Iode (µg)	0,58	0,57	0,51	79	2
Cuivre (mg)	0,52	0,52	0,44	70	1
Sodium (mg)	0,42	0,32	0,39	67	3
Eau (g)	0,53	0,44	0,46	70	2

FFQ, *Food Frequency Questionnaire*, Questionnaire de fréquence alimentaire (FFQ1 = questionnaire rempli au début de l'étude, FFQ2 = même questionnaire rempli un an plus tard) ; CCI, Coefficient de Corrélation Intra-classe.

La classification croisée est effectuée à partir des variables brutes.

Avant de calculer les coefficients de corrélation de Pearson, toutes les variables sont log-transformées afin de tendre vers une distribution normale des apports nutritionnels.

¹ Ajustement selon la méthode des résidus.

² Des coefficients de Spearman ont été calculés car ces apports nutritionnels ne suivaient pas une distribution normale.

Les tests statistiques ont fourni des p-values < 0,05 pour chaque coefficient de corrélation de Pearson.

En résumé

Nous avons mis en évidence que **le FFQ** développé dans cette thèse, faisait preuve d'une **validité correcte** (pour les apports en nutriments, le coefficient de corrélation médian était de 0,35 et la proportion médiane de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent, *via* le FFQ et les rappels de 24h, était de 65%) ainsi que d'une **bonne reproductibilité** (pour les apports en nutriments, le coefficient de corrélation médian était de 0,46 et la proportion médiane de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent, *via* le FFQ et les rappels de 24h, était de 75%) **dans un échantillon de patients atteints de MRC**. Le FFQ permettait **de ranger correctement les individus selon leurs apports nutritionnels, et notamment selon leurs apports en protéines, calcium, phosphates, potassium, sodium, glucides et lipides** (nutriments à surveiller dans le cadre de la MRC) **et leurs consommations alimentaires. Le FFQ peut désormais être utilisé en routine clinique ou dans des études cliniques ou épidémiologiques afin d'évaluer les associations entre alimentation et événements de santé, dans le cadre de la MRC**. Quand nécessaire, il peut également être utilisé pour ajuster des modèles statistiques sur les apports nutritionnels des individus.

4.1.4. Discussion

4.1.4.1. Comparaison avec la littérature existante

Validité du questionnaire

Dans cette étude, six rappels de 24h étaient effectués par individu et considérés comme la méthode de référence pour évaluer la validité du FFQ. Ils étaient échelonnés sur une période d'un an, à raison d'un rappel de 24h tous les deux mois. Malgré les limites des rappels de 24h (*cf.* partie 2.1.3., section Introduction), ceux-ci sont généralement utilisés comme méthode de référence pour étudier la validité des questionnaires de fréquence alimentaire^{68;306;307}. Même si des études suggèrent que le fait d'augmenter le nombre de rappels de 24h augmente la qualité de l'étude de validation d'un questionnaire³⁰⁸, d'autres études concluent que huit rappels de 24h sont nécessaires pour évaluer de façon précise les principaux apports nutritionnels³⁰⁹. Pour d'autres auteurs, quatre ou cinq rappels sont suffisants pour estimer la plupart des apports nutritionnels³¹⁰.

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

Toutes les études françaises de validité de questionnaire alimentaire ayant des données sur les consommations de groupes alimentaires ont obtenu des coefficients de corrélation bruts similaires à ceux obtenus dans cette étude^{176;184-186}. Nous avons obtenu des coefficients de corrélation inférieurs à 0,3 pour 13 groupes alimentaires, mais 10 d'entre eux étaient des groupes rarement consommés, tels que les abats ou les légumineuses, ce qui pourrait expliquer l'obtention de coefficients si faibles : en effet, ils sont irrégulièrement consommés, et il est alors attendu que la comparaison d'une consommation moyenne annuelle avec celle d'une semaine soit différente. De tels résultats en relation avec des aliments peu consommés ont déjà été décrits dans la littérature^{176;185;186}. De plus, certains groupes alimentaires tels que les légumes ou les boissons alcoolisées par exemple, ont pu être sur- ou sous- déclarés lors de l'entretien avec la diététicienne, à cause du biais de désirabilité sociale : image favorable ou non à la santé de certains groupes alimentaires³¹¹⁻³¹³ et/ou restriction médicale autour de certains aliments à éviter dans le contexte de la MRC, tels que la viande, la volaille, le poisson, les œufs, le lait, les produits laitiers, les aliments complets, les légumineuses et certains légumes^{300;304}.

Les coefficients de corrélations que nous avons obtenus pour l'AET, les lipides et l'alcool étaient similaires à ceux reportés dans une revue internationale⁶⁸. Ils étaient inférieurs pour les protéines, les glucides, le calcium, la vitamine C et les fibres alimentaires.

Des coefficients de corrélation inférieurs à 0,3 étaient obtenus pour 12 nutriments (β -carotène, vitamines B3, B5, C et D, fer, magnésium, zinc, manganèse, iode, sodium et eau). Parmi ceux-ci, le sodium est un nutriment dont les apports sont à surveiller dans la cadre de la MRC. Même si une question supplémentaire relative au sel ajouté aux plats après cuisson a été ajoutée dans la partie spécifique du FFQ destinée aux patients atteints de MRC, les apports en sodium sont toujours difficiles à estimer et il n'est donc pas surprenant que la différence d'estimation des apports *via* les deux méthodes soit élevée. Cependant, même si le coefficient de corrélation relatif au sodium était faible, le FFQ permettait de classer convenablement les individus selon leurs apports nutritionnels en sodium (64% des participants classés dans le même quintile ou dans celui adjacent, en comparant les résultats des deux méthodes de recueil). Au vu de ces résultats, lors de l'administration du questionnaire chez des patients atteints de maladie rénale chronique, il serait nécessaire en complément des informations obtenues par le questionnaire, d'effectuer un recueil d'urine des 24 heures pour mesurer l'élimination du sodium dans les urines.

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

Nous nous attendions à obtenir des coefficients de corrélation plus faibles que dans d'autres études françaises ayant développé des FFQs longs^{176;184-186}. En effet, l'augmentation du nombre d'items d'un questionnaire devrait permettre de mieux évaluer les consommations alimentaires des individus et par conséquent leurs apports nutritionnels. Cependant, en comparaison avec ces études et à l'exception de l'étude menée par Deschamps *et al.*¹⁸⁵, nous avons obtenu des coefficients de corrélation similaires ou plus élevés, en ce qui concerne les apports en macronutriments¹⁸⁶ et en nutriments de manière générale^{176;184}.

Nous avons par contre obtenu des coefficients de corrélation plus faibles que Barrat *et al.*⁸⁶ et Vercambre *et al.*⁸⁸ qui avaient également développé un FFQ court. Ceci est certainement à mettre en lien avec le design intrinsèque de leurs études. Le questionnaire développé par Barrat *et al.* concernait les consommations alimentaires de la semaine passée et était donc validé sur une période de temps d'une semaine⁸⁶. Vercambre *et al.*⁸⁸ quant à eux, avaient cherché à réduire un questionnaire long existant et validé la version courte par rapport à la version longue.

Le fait d'ajuster les coefficients sur l'AET a conduit à une diminution des valeurs de ces coefficients, pour la plupart des nutriments. Ceci a déjà été fréquemment reporté dans la littérature, et s'expliquerait davantage par la variabilité entraînée par les erreurs systématiques de sur- et sous- estimation, plutôt que par celles liées à l'AET en soi^{185;187}. Cependant, comme attendu, le fait de corriger ces coefficients en fonction de la variabilité inter- et intra- individuelle permettait de les améliorer. Cette amélioration était moins prononcée que dans une autre étude, probablement dû au plus faible nombre de rappels des 24h que nous utilisons pour valider le FFQ (6 vs. 12)¹⁷⁶.

Le FFQ a montré une capacité convenable à classer les individus selon leurs apports nutritionnels et leur consommation alimentaire, en comparaison avec les rappels de 24h. Nous avons obtenu des résultats proches des 70% recommandés³¹⁴ et similaires ou légèrement inférieurs à ceux reportés dans d'autres études^{86;88;176;185}. La plus faible concordance de classement entre les deux méthodes était observée pour le rétinol (39% des sujets étaient classés dans le même quintile ou dans celui adjacent selon les deux méthodes). Les abats sont la principale source de rétinol. Or, ils sont peu consommés de manière générale et étaient peu consommés dans la population d'étude. Leur consommation était probablement difficile à évaluer avec seulement six rappels de 24h, d'où la faible concordance entre l'estimation du rétinol *via* le FFQ et les rappels de 24h.

Reproductibilité du questionnaire

Nous avons choisi d'étudier la reproductibilité du FFQ sur un intervalle de temps d'un an, ce qui est long mais fréquemment utilisé et décrit comme acceptable^{68;306;315}. Lorsque l'on s'intéresse à la reproductibilité d'un tel outil, le temps écoulé entre les deux administrations de celui-ci doit être suffisamment long afin d'éviter que les sujets se souviennent et répètent ce qu'ils ont déclaré lors de la première administration de l'outil. Cependant, plus la période de temps choisie est longue, plus il y a de risque que les individus changent leurs habitudes alimentaires au cours de la période et que la reproductibilité mesurée en soit ainsi réduite³¹⁶. Par conséquent, la reproductibilité du FFQ que nous avons observée ici est certainement plus faible que la vraie valeur de celle-ci.

La reproductibilité du FFQ était correcte pour la plupart des groupes alimentaires (coefficients de corrélation compris entre 0,40 et 0,86) et des nutriments étudiés (coefficients de corrélation compris entre 0,32 et 0,60 pour l'ensemble des nutriments et entre 0,32 et 0,53 pour les nutriments d'intérêt pour la population atteinte de MRC). La meilleure reproductibilité était observée pour le vin et la vitamine E.

Les coefficients de corrélation que nous avons obtenus étaient comparables à ceux précédemment décrits dans la littérature⁶⁷.

Des coefficients de corrélation compris entre 0,5 et 0,7 entre deux administrations ont généralement été décrits dans la littérature³⁰⁶. Dans notre étude, 72% des groupes alimentaires et 59% des nutriments étudiés avaient des coefficients de corrélation supérieurs ou égaux à 0,5. La proportion de coefficients de corrélation inférieurs à 0,5 dans notre étude pourrait être due à la période de temps d'un an écoulée entre les deux administrations du questionnaire et à la population spécifique étudiée. En effet, les patients atteints de MRC sont plus à risque de modifier leur alimentation sur une période d'un an, du fait de l'évolution de la maladie et de la survenue éventuelle de complications. Les sept groupes alimentaires pour lesquels des coefficients de corrélation intra-classes inférieurs à 0,3 étaient observés correspondaient à des groupes d'aliments peu consommés dans cette population de patients atteints de MRC (tel que le fromage par exemple).

Une diminution des apports alimentaires et nutritionnels était observée entre la 1^{ère} et la 2^{nde} administration du questionnaire, tel que précédemment décrit dans la littérature^{86;185;317-319}. Le fait d'avoir rempli le questionnaire une première fois et, pour certains participants, d'avoir

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

participé aux rappels de 24h, pourrait expliquer cette tendance³²⁰. En accord avec cette hypothèse, les auteurs ayant comparé la validité du 1^{er} questionnaire à celle du 2nd questionnaire administré ont montré que le 2nd questionnaire était plus valide, en comparaison avec les rappels de 24h^{185;319;321}. Cependant, cette plus grande validité pourrait également être attribuée au fait que le 2nd questionnaire et les rappels de 24h couvrent la même période de temps.

En termes de reproductibilité, malgré le fait de travailler sur un échantillon de patients atteints de MRC, le classement des individus selon leurs consommations alimentaires et leurs apports nutritionnels était très bon (proportion médiane d'individus classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent de 75% pour l'ensemble des groupes alimentaires et des nutriments et proportion médiane de 74% pour les nutriments d'intérêt de la population atteinte de MRC).

Comparaison avec d'autres questionnaires utilisés dans le cadre de la MRC

La validité et la reproductibilité du FFQ que nous avons développé étaient similaires à celles d'autres FFQs utilisés dans le cadre de la MRC^{317;322-325}. En termes de validité, les coefficients de corrélation du FFQ utilisé dans une étude de cohorte conduite à Téhéran³²⁶ étaient compris entre 0,33 (pour les légumineuses et les noix) et 0,79 (pour le thé et le café).³²² Les coefficients de corrélation ajustés sur l'AET et corrigés pour la variabilité inter- et intra- individuelle du FFQ utilisé au sein d'une étude de cohorte chinoise³²⁷ étaient compris entre 0,24 et 0,79, en ce qui concerne les apports en nutriments³²⁴. Les coefficients de corrélation intra-classe du FFQ utilisé au sein d'une cohorte menée à São Paulo³²⁸ étaient compris entre 0,17(sélénium) et 0,66 (calcium)³²⁵. En termes de reproductibilité, les résultats relatifs au FFQ utilisé au sein d'un essai contrôlé randomisé de la région méditerranéenne³²⁹ étaient légèrement supérieurs aux nôtres³¹⁷. Cependant, il était demandé aux participants de cette étude de ne pas modifier leur comportement alimentaire au cours de l'année pendant laquelle elle se déroulait. Une autre étude de reproductibilité obtenait des coefficients de corrélation de Spearman relatifs aux groupes alimentaires bien plus faibles que les nôtres (intervalle compris entre 0,19 et 0,67 avec une médiane de 0,35 vs. intervalle compris entre 0,40 et 0,86 avec une médiane de 0,54)³²². Cependant, dans cette étude, la reproductibilité était évaluée sur une période de huit ans.

4.1.4.2. Limites et forces

Quelques limites de ce travail, inhérentes à l'épidémiologie nutritionnelle, sont à relever.

L'effet d'apprentissage n'était pas mesurable. Les auteurs qui ont comparé deux FFQs aux rappels de 24h ont montré que le second FFQ présentait systématiquement une meilleure validité que le premier. Avec la participation aux six rappels de 24h au cours de l'année, les sujets prêtent certainement plus d'attention à leur alimentation à la fin de l'étude et se trouvent alors dans des conditions différentes lors du remplissage du second FFQ.

De plus, les apports alimentaires ne peuvent être estimés sans erreurs⁶². Afin d'avoir une indication indirecte de ce biais, il est possible de comparer l'AET avec les besoins énergétiques minimaux (*via* l'estimation du métabolisme basal-MB). Dans notre étude, en considérant le seuil de 1,55 relatif à une faible activité physique³³⁰, le ratio AET/MB que nous obtenions suggérait une sous-déclaration des participants *via* les deux méthodes utilisées, le FFQ et les rappels de 24h (médianes égales à 1,07 et 1,12 pour le FFQ2 et les rappels de 24h respectivement dans le cas de l'étude de validation, et donc toutes deux inférieures à 1,55) (**Tableau 33**, section Annexes). Aucune différence majeure n'était observée entre les deux méthodes. La sur- ou sous-déclaration dans les études épidémiologiques nutritionnelles ne sont pas nécessairement problématiques si le classement des individus selon leurs apports alimentaires et nutritionnels est valide¹⁸⁷.

Lors de la création de la table de composition alimentaire du FFQ, les données INCA2²⁰ ont été utilisées pour pondérer la composition nutritionnelle de chaque item du questionnaire. Les données INCA2 sont issues d'un échantillon représentatif d'adultes de la population française. Les patients atteints de maladie rénale chronique ne sont pas quant à eux représentatifs de la population générale et ont des apports alimentaires et nutritionnels différents. Certaines différences d'estimation d'apports nutritionnels entre les deux méthodes de recueil pourraient ainsi être dues à ces différences de consommations entre populations.

Finalement, il aurait été enrichissant de pouvoir valider le questionnaire court contre des rappels de 24 heures couplés à des dosages de biomarqueurs. Des dosages en sodium, potassium et phosphates ont été réalisés dans l'étude CKD-Rein. Malheureusement, les données n'étaient pas nettoyées au moment de l'étude de validation du questionnaire. Des études complémentaires seront réalisées une fois ces données nettoyées.

Ce travail présente de nombreuses forces. En comparaison avec d'autres études de validité et de reproductibilité, et malgré le fait que nous travaillions sur un échantillon de patients âgés,

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

atteints de MRC, nous avons été en mesure de récolter des données sur un large échantillon³⁰⁶ et de maintenir un taux de réponse élevé tout au long de l'année d'étude.

Plusieurs cohortes de patients atteints de MRC existent à l'échelle internationale³³¹. Cependant, peu d'entre elles évaluent l'alimentation de leurs sujets en dépit de l'impact de l'alimentation sur l'évolution de la MRC. Nous avons développé un outil qui permette d'évaluer rapidement l'apport énergétique des patients atteints de MRC. Nous avons mis en évidence une validité et une reproductibilité correctes de cet outil pour classer les individus selon leur consommation alimentaire et leurs apports nutritionnels, et notamment ceux relatifs aux nutriments d'intérêt pour la population atteinte de MRC.

L'outil que nous avons développé est facile et rapide à remplir. Grâce aux photos de tailles de portions directement intégrées au questionnaire, l'estimation des quantités d'aliments consommés est facilitée pour les participants. Il a déjà été démontré que comparés à des questionnaires sans photos, des questionnaires incluant des photographies permettaient aux participants de reporter des consommations plus proches de leurs consommations réelles³³².

Les résultats présentés ici relèvent de la validité du FFQ dans un échantillon de patients atteints de maladie rénale chronique. Il est également prévu de réaliser des études de validité du FFQ dans d'autres groupes de population française. Grâce au projet de conception et de validation du FFQ, nous aurons à disposition un outil commun à l'ensemble des groupes de population, en France (grâce au socle de 40 questions du FFQ commun à l'ensemble des groupes de population). Il sera alors possible de comparer l'alimentation et les profils alimentaires des individus inclus dans les études de recherche épidémiologiques et cliniques, à l'échelle nationale.

La méthodologie mise en œuvre pour développer le FFQ (collaboration entre plusieurs études de cohorte dont les thématiques de recherche sont différentes et qui réfléchissent ensemble à la mutualisation d'outils pratiques) peut servir d'exemple à d'autres études européennes et internationales, afin d'encourager notamment le développement d'études internationales sur la nutrition des patients atteints de MRC. L'équipe « Générations et Santé » souhaite désormais développer une application smartphone du FFQ. Cette application pourra alors être utilisée en routine clinique, pour surveiller les apports nutritionnels des patients et leur fournir un retour instantané ainsi que des recommandations adaptées.

4.1.5. Conclusion

Le FFQ que nous avons développé a fait preuve d'une validité et d'une reproductibilité correctes dans un échantillon de patients atteints de MRC, pour la plupart des groupes alimentaires et nutriments considérés, et notamment pour les nutriments d'intérêts dans la MRC. Lors de l'administration du questionnaire dans cette population spécifique, il sera nécessaire, en complément des informations obtenues par le questionnaire, d'effectuer un recueil d'urine des 24 heures pour mesurer l'élimination du sodium dans les urines.

Avant d'être déployé dans un large échantillon, quelques modifications mineures pourraient être apportées au questionnaire, afin d'améliorer encore quelque peu sa validité. Les pains et dérivés « blancs » et complets pourraient être regroupés au sein d'une seule et même question, tout comme les pâtes et autres céréales « blanches » et complètes. L'ajout d'une question qualitative permettrait de savoir si les participants consomment davantage de produits complets ou de produits blancs. Cette proposition découle du fait qu'au moment de la saisie des questionnaires nous nous sommes aperçus que ces questions étaient mal comprises. Il était d'abord demandé aux participants de renseigner leurs consommations en produits céréaliers complets, puis en produits céréaliers blancs. Or, les individus avaient tendance à renseigner l'ensemble de leurs consommations dès la première question. Les coefficients de corrélation bruts faibles des items complets reflètent probablement cette mauvaise compréhension et ce mauvais remplissage.

Une question relative à l'ajout de sucre ou d'édulcorant aux boissons chaudes pourrait également être ajoutée, afin d'affiner l'estimation des apports en sucres simples et en glucides.

4.2. Validation du web questionnaire, en population adulte

Cette partie a fait l'objet de la publication « *Online assessment of the usual diet : a validity and reproducibility study of a new short food frequency questionnaire in an adult population* », en révision au *Journal of Medical Internet Research* (Annexe 10).

Le questionnaire alimentaire court a dans un second temps fait l'objet d'une étude de validation dans un échantillon d'adultes vivant en France, le but étant de pouvoir l'utiliser par la suite dans les études de cohortes E3N et E4N, afin d'évaluer l'alimentation de leurs participants.

Le second objectif méthodologique de ce travail a donc été d'étudier la validité et la reproductibilité du questionnaire alimentaire court, auto-administré, chez des adultes (recrutés parmi l'entourage personnel et professionnel des membres de l'équipe « Générations et Santé »), afin de le valider auprès de cette population.

4.2.1. Caractéristiques de la population

Les participants inclus dans l'étude de validité et de reproductibilité étaient majoritairement des femmes (63,0% et 74,9% de femmes dans l'étude de validité et de reproductibilité, respectivement) (**Tableau 13**). Les participants inclus dans l'étude de validité étaient plus âgés que ceux inclus dans l'étude de reproductibilité (47,7±14,9 ans par rapport à 40,5±14,9 ans) et l'IMC moyen était similaire dans les deux études (23,5±4,2 kg/m² dans l'étude de reproductibilité). Les participants vivaient dans l'ensemble des régions de France, avec néanmoins une surreprésentation de la région parisienne et du Sud de la France.

Dans cette seconde étude de validation du questionnaire, le critère d'inclusion était d'avoir effectué au moins 3 rappels de 24h. Néanmoins, la plupart des participants inclus dans l'étude de validité (73,9%) avaient des données complètes pour 6 rappels de 24h.

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

Tableau 13 : Description des sujets inclus dans l'étude de validité et dans l'étude de reproductibilité.

	Validité	Reproductibilité
	N=92	N=223
	%	
Sexe		
Femmes	63,0	74,9
	Moyenne (ET)	
Âge (années)	47,7 (14,9)	40,5 (14,9)
IMC (kg/m²)	23,6 (3,3)	23,5 (4,2)
Région d'habitation	%	
Sud	16,3	27,0
Ouest	10,9	8,6
Nord	1,1	3,6
Est	7,6	5,9
Centre	6,5	5,9
Dom-Tom	0	1,4
Région parisienne	57,6	47,7
Nombre de rappels de 24h	%	
Trois	5,4	
Quatre	4,3	
Cinq	16,3	
Six	73,9	
Distribution des rappels de 24h	%	
Jours de semaine	73,3	
Jours de weekend	26,7	
Automne/Hiver	53,0	
Printemps/Été	47,0	

ET, Ecart-type ; IMC, Indice de Masse Corporelle

4.2.2. Validité du questionnaire

4.2.2.1. Groupes alimentaires

En comparaison avec la moyenne des rappels de 24h, certains groupes alimentaires tels que les produits céréaliers complets (pâtes, riz, blé complets), les légumineuses, le lait ou encore les fruits étaient surestimés par le questionnaire de fréquence alimentaire 2 (FFQ2, *Food Frequency Questionnaire 2*) (**Tableau 34**, section Annexes). D'autres groupes alimentaires tels que les légumes crus, les « pizzas, lasagnes et quiches », les saucisses et autres charcuteries, le fromage, les « snacks sucrés, chocolat et viennoiseries » ou encore les boissons alcoolisées (hors vin) étaient sous-estimés par le FFQ2.

Lorsque les résultats issus du FFQ2 en termes de groupes alimentaires étaient comparés à ceux obtenus *via* les rappels de 24h, les coefficients de corrélation bruts de Spearman étaient compris entre 0,09 (abats) et 0,88 (thé et les infusions), la médiane étant 0,40 (**Tableau 35**, section Annexes). Huit groupes alimentaires avaient un coefficient de corrélation inférieur à 0,3.

La proportion médiane de participants classés dans le même quintile d'apports alimentaires ou dans le quintile adjacent, *via* le FFQ2 et les rappels de 24h, était de 73%. La proportion médiane de participants classés dans les quintiles opposés était de 1%. La proportion médiane de participants classés dans le même tertile était de 54%.

4.2.2.2. Nutriments

Les apports en macronutriments estimés par le FFQ2 n'étaient pas significativement différents (seuil considéré, $p < 0,05$) de ceux estimés par les rappels de 24h (**Tableau 14**). Cependant, les apports en calcium et rétinol étaient surestimés par le FFQ2 ($1326,6 \pm 618,0$ mg/j par rapport à $884,4 \pm 275,2$ mg/j et $522,5 \pm 482,1$ mg/j par rapport à $15,9 \pm 59,0$ µg/j respectivement) contrairement aux apports en alcool et sodium qui étaient sous-estimés par le FFQ2 ($5,9 \pm 9,8$ g/j par rapport à $9,4 \pm 12,8$ mg/j et $2435,0 \pm 787,1$ mg/j par rapport à $5237,5 \pm 1487,2$ µg/j respectivement).

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

Tableau 14 : Description des apports nutritionnels évalués par les rappels de 24h et le FFQ2 (N=92).

	Consommations journalières	
	Rappels de 24h	FFQ2
	Moyennes (ET)	
Apport énergétique total (kcal)	1972,5 (589,4)	1895,1 (572,4)
Protéines (g)	79,5 (23,6)	76,0 (29,0)
Glucides (g)	212,5 (64,4)	211,3 (71,6)
Lipides (g)	75,2 (27,8)	71,6 (26,8)
Acides gras saturés (g)	30,0 (13,3)	27,6* (13,5)
Acides gras mono-insaturés (g)	24,8 (8,9)	27,9* (10,9)
Acides gras poly-insaturés (g)	8,8 (3,7)	8,7 (4,1)
Cholestérol (mg)	283,3 (132,9)	271,9 (143,5)
Sucres simples (g)	85,9 (30,5)	89,5 (39,0)
Fibres (g)	22,3 (5,9)	21,6 (8,1)
Alcool (g)	9,4 (12,8)	5,9* (9,8)
Rétinol (µg)	15,9 (59,0)	522,5* (482,1)
Carotène (µg)	4053,7 (3238,9)	3747,3 (2133,6)
Vitamine B1 (mg)	1,2 (0,3)	1,1* (0,4)
Vitamine B2 (mg)	1,6 (0,5)	1,7 (0,7)
Vitamine B3 (mg)	16,8 (5,5)	16,8 (7,1)
Vitamine B5 (mg)	5,0 (1,4)	5,2 (1,9)
Vitamine B6 (mg)	1,8 (0,5)	1,7 (0,6)
Vitamine B9	320,5 (91,5)	347,4 (123,8)
Vitamine B12 (µg)	4,6 (4,8)	6,7* (4,0)
Vitamine C (mg)	119,4 (48,9)	132,8 (72,5)
Vitamine D (µg)	9,7 (1,7)	2,3* (1,2)
Vitamine E (mg)	9,3 (3,4)	11,4* (5,7)
Calcium (mg)	884,4 (275,2)	1326,6* (618,0)
Fer (mg)	10,3 (3,5)	11,4* (4,1)
Magnésium (mg)	325,5 (75,9)	377,5* (145,3)
Zinc (mg)	9,3 (4,7)	9,7 (3,7)
Phosphates (mg)	1155,1 (329,6)	1156,7* (421,6)
Manganèse (mg)	3,2 (1,3)	12,6* (4,8)
Potassium (mg)	3151,6 (772,2)	3284,7 (1074,4)
Iode (µg)	134,4 (68,0)	130,7 (48,3)
Cuivre (mg)	1,6 (0,9)	2,4* (1,3)
Sodium (mg)	5237,5 (1487,2)	2435,0* (787,1)
Eau (g)	2722,3 (682,6)	4033,1* (2864,8)

FFQ2, *Food Frequency Questionnaire2*, Questionnaire de fréquence alimentaire 2 (déployé un an après le début de l'étude de validation et le premier remplissage du questionnaire) ; ET, Ecart-Type.

*Moyenne significativement différente ($p < 0,05$) de celle obtenue *via* les rappels de 24h (tests des rangs signés de Wilcoxon appliqués).

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

Lorsque les résultats du FFQ2 en termes d'apports nutritionnels, étaient comparés à ceux obtenus *via* les rappels de 24h (**Tableau 15**), les coefficients de corrélation bruts étaient compris entre 0,08 (manganèse et cuivre) et 0,77 (alcool), la médiane étant 0,41. Une fois les coefficients ajustés sur l'énergie corrigés pour la variabilité inter- et intra- individuelle, ceux-ci étaient compris entre 0,02 (sodium) et 0,68 (potassium, bêta-carotène et vitamine C), la valeur médiane étant 0,51. Des coefficients de corrélation inférieurs à 0,3 étaient observés pour les apports relatifs à 9 nutriments (sodium, magnésium, manganèse, fer, cuivre, zinc, iode et vitamines D et B12).

La proportion médiane de participants classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent d'apports nutritionnels, *via* le FFQ2 et les rappels de 24h, était de 66%. La proportion médiane de participants classés dans les quintiles opposés était de 3%.

Lorsque les apports nutritionnels estimés par les deux méthodes étaient comparés *via* la méthode de Bland-Altman pour l'AET, les protéines, les glucides, les lipides, l'alcool, le cholestérol, le sodium et l'alcool, une bonne concordance entre les deux méthodes était observée, pour l'ensemble de la distribution des valeurs (**Figures 32-39**, section Annexes). La différence moyenne observée entre les deux méthodes était proche de 0 pour l'ensemble des nutriments considérés, à l'exception du sodium et du calcium. Chez tous les participants, les apports en sodium et calcium étaient systématiquement sous-estimés et surestimés par le FFQ2 respectivement, ce qui est cohérent avec les résultats présentés en **Tableau 14**.

Pour l'ensemble des nutriments, le pourcentage de valeurs en dehors des limites d'agrément des graphes était compris entre 1,1% (zinc et iode) et 7,6% (sucres et vitamines D, B1 et B6), la médiane étant 4,3%. Ceci correspond au pourcentage attendu de valeurs non comprises dans l'intervalle de référence ($\text{moyennes} \pm 1.96\text{ET}$). La concordance entre les deux méthodes n'était pas modifiée selon que les apports en chacun des nutriments étaient faibles ou élevés.

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

Tableau 15 : Validité du FFQ en termes d'apports nutritionnels (N=92).

	Coefficients de corrélation de Pearson			Classification croisée de la distribution des apports nutritionnels	
	FFQ2 vs. moyenne des 6 rappels de 24h				
	Bruts	Ajustés sur l'AET ¹	Corrigés pour la variabilité inter- et intra-individuelle ²	% de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent	% de sujets classés dans les quintiles extrêmes
Apport énergétique total (kcal)	0,47	-	0,50 ⁴	66	3
Protéines (g)	0,57	0,47	0,52	72	2
Glucides (g)	0,44	0,49	0,54	71	3
Lipides (g)	0,47	0,55	0,61	59	3
Acides gras saturés (g)	0,61	0,54	0,61	67	1
Acides gras mono-insaturés (g)	0,35	0,46	0,53	58	7
Acides gras poly-insaturés (g)	0,32	0,48	0,55	58	4
Cholestérol (mg)	0,46	0,31	0,39	65	5
Sucres simples (g)	0,28	0,39	0,45	71	8
Fibres (g)	0,40	0,52	0,60	64	3
Alcool ³ (g)	0,77	-	-	88	1
Eau (g)	0,47	0,47	0,51	68	1
Sodium (mg)	0,34	0,01	0,02	64	1
Magnésium (mg)	0,26	0,25	0,29	62	8
Phosphates (mg)	0,50	0,40	0,45	67	2
Potassium (mg)	0,49	0,59	0,68	71	2
Calcium (mg)	0,42	0,38	0,44	70	5
Manganèse (mg)	0,08	0,05	0,05	59	8
Fer (mg)	0,28	0,23	0,27	62	3
Cuivre (mg)	0,08	0,06	0,07	57	7
Zinc (mg)	0,40	0,22	0,26	61	1
Iode (µg)	0,43	0,24	0,29	68	2

Suite page suivante

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

	Coefficients de corrélation de Pearson			Classification croisée de la distribution des apports nutritionnels	
	FFQ2 vs. moyenne des 6 rappels de 24h				
	Bruts	Ajustés sur l'AET ¹	Corrigés pour la variabilité inter- et intra-individuelle ²	% de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent	% de sujets classés dans les quintiles extrêmes
Rétinol ³ (µg)	0,11	-	-	41	18
Béta-carotène (µg)	0,52	0,54	0,68	77	3
Vitamine D (µg)	0,27	0,15	0,22	61	3
Vitamine E (mg)	0,25	0,43	0,53	58	4
Vitamine C (mg)	0,54	0,56	0,68	78	2
Vitamine B1 (mg)	0,31	0,33	0,41	66	4
Vitamine B2 (mg)	0,45	0,48	0,53	68	1
Vitamine B3 (mg)	0,49	0,49	0,58	73	4
Vitamine B5 (mg)	0,47	0,57	0,64	70	1
Vitamine B6 (mg)	0,28	0,38	0,46	58	2
Vitamine B9 (µg)	0,36	0,49	0,58	64	1
Vitamine B12 (µg)	0,31	0,21	0,26	65	7

FFQ2, *Food Frequency Questionnaire 2*, Questionnaire de fréquence alimentaire 2 (déployé un an après le début de l'étude de validation et le premier remplissage du questionnaire); AET, Apport Energétique Total.

La classification croisée est effectuée à partir des variables brutes.

Avant de calculer les coefficients de corrélation de Pearson, toutes les variables sont log-transformées afin de tendre vers une distribution normale des apports nutritionnels.

¹ Ajustement selon la méthode des résidus.

² Coefficients ajustés sur l'AET.

³ Des coefficients de Spearman ont été calculés car ces apports nutritionnels ne suivaient pas une distribution normale.

⁴ Coefficient de Pearson non ajusté et corrigé pour la variabilité inter- et intra- individuelle.

P < 0,05 pour chaque coefficient de corrélation de Pearson, sauf pour ceux caractérisés en gras.

4.2.3. Reproductibilité du questionnaire

4.2.3.1. Groupes alimentaires

Les apports alimentaires estimés par les deux FFQs (FFQ1 et FFQ2) étaient majoritairement comparables à l'exception des apports en boissons sucrées et light pour lesquels une diminution relativement importante et significative ($p < 0,05$) des consommations était observée lors du remplissage du FFQ2 (24,1 g/j par rapport à 46,2 g/j et 15,7 g/j par rapport à 26,9 g/j, respectivement) (**Tableau 36**, section Annexes).

Lorsque les deux FFQs étaient comparés en termes de groupes alimentaires (FFQ2 vs. FFQ1), les coefficients de corrélation bruts de Spearman étaient compris entre 0,34 (item « huiles de tournesol et d'arachide ») et 0,90 (vin), la médiane étant 0,65 (**Tableau 37**, section Annexes). Les coefficients de corrélation intraclasse étaient compris entre 0,33 (item « snacks sucrés, chocolat et viennoiseries ») et 0,72 (items « volaille/lapin », « poisson » et « fruits »), la médiane étant 0,60.

La proportion médiane de participants classés dans le même quintile d'apports alimentaires ou dans le quintile adjacent *via* les deux FFQs était de 80%. La proportion médiane de participants classés dans les quintiles opposés était de 1%. La proportion médiane de participants classés dans le même tertile était de 64%.

4.2.3.2. Nutriments

Tous les apports en nutriments estimés *via* le FFQ2 étaient inférieurs à ceux estimés *via* le FFQ1 ($p < 0,05$ pour tous) à l'exception de l'alcool pour lequel aucune différence n'était observée (**Tableau 38**, section Annexes).

Lorsque les deux FFQs étaient comparés en termes d'apports nutritionnels (FFQ2 vs. FFQ1), les coefficients de corrélation bruts étaient compris entre 0,58 (fer) et 0,89 (alcool), la médiane étant 0,65 (**Tableau 16**). Les coefficients de corrélation de Pearson ajustés sur l'énergie étaient compris entre 0,54 (vitamine B1) et 0,77 (vitamine E), la médiane étant 0,65. Les coefficients de corrélation intraclasse étaient compris entre 0,55 (glucides) et 0,73 (magnésium et manganèse), la médiane étant 0,65.

La proportion médiane de participants classés dans le même quintile d'apport nutritionnel ou dans le quintile adjacent par les deux FFQs était de 79%. La proportion médiane de participants classés dans les quintiles opposés était de 1%.

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

Tableau 16 : Reproductibilité du FFQ en termes d'apports nutritionnels (N=223).

	Coefficients de corrélation de Pearson			Classification croisée de la distribution des apports nutritionnels	
	FFQ2 vs. FFQ1			% de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent	% de sujets classés dans les quintiles extrêmes
	Bruts	Ajustés sur l'AET ¹	CCI		
Apport énergétique total (kcal)	0,59	-	0,60	76	0
Protéines (g)	0,66	0,61	0,67	79	0
Glucides (g)	0,59	0,64	0,55	79	2
Lipides (g)	0,62	0,63	0,59	77	1
Acides gras saturés (g)	0,65	0,71	0,61	78	0
Acides gras mono-insaturés (g)	0,63	0,62	0,60	78	2
Acides gras poly-insaturés (g)	0,68	0,66	0,68	79	0
Cholestérol (mg)	0,73	0,72	0,62	80	1
Sucres simples (g)	0,65	0,70	0,63	77	1
Fibres (g)	0,68	0,76	0,66	78	0
Alcool ² (g)	0,89	-	0,70	94	0
Eau (µg)	0,63	0,59	0,66	74	1
Sodium (mg)	0,60	0,61	0,61	77	2
Magnésium (mg)	0,69	0,71	0,73	84	0
Phosphates (mg)	0,62	0,63	0,62	77	1
Potassium (mg)	0,64	0,67	0,65	83	1
Calcium (mg)	0,64	0,64	0,65	77	2
Manganèse (mg)	0,69	0,71	0,73	85	0
Fer (mg)	0,58	0,55	0,61	74	2
Cuivre (mg)	0,70	0,72	0,70	83	1
Zinc (mg)	0,64	0,55	0,63	77	2
Iode (µg)	0,63	0,64	0,62	78	1

Suite page suivante

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

	Coefficients de corrélation de Pearson			Classification croisée de la distribution des apports nutritionnels	
	FFQ2 vs. FFQ1			% de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent	% de sujets classés dans les quintiles extrêmes
	Bruts	Ajustés sur l'AET ¹	CCI		
Rétinol (µg)	0,70	0,69	0,67	80	0
Béta-carotène (µg)	0,71	0,73	0,69	82	0
Vitamine D (µg)	0,70	0,67	0,71	75	1
Vitamine E (mg)	0,72	0,77	0,71	82	1
Vitamine C (mg)	0,70	0,72	0,65	84	0
Vitamine B1 (mg)	0,59	0,54	0,59	78	3
Vitamine B2 (mg)	0,63	0,67	0,64	79	1
Vitamine B3 (mg)	0,66	0,58	0,65	80	1
Vitamine B5 (mg)	0,62	0,62	0,64	79	2
Vitamine B6 (mg)	0,63	0,59	0,64	79	2
Vitamine B9 (µg)	0,64	0,69	0,66	78	1
Vitamine B12 (µg)	0,69	0,62	0,64	80	0

FFQ, *Food Frequency Questionnaire*, Questionnaire de fréquence alimentaire (FFQ1 = questionnaire rempli au début de l'étude, FFQ2 = même questionnaire rempli un an plus tard); CCI, Coefficient de Corrélation Intra-classe.

La classification croisée est effectuée à partir des variables brutes.

Avant de calculer les coefficients de corrélation de Pearson, toutes les variables sont log-transformées afin de tendre vers une distribution normale des apports nutritionnels.

Les tests statistiques ont fourni des p-values < 0,05 pour chaque coefficient de corrélation de Pearson.

¹ Ajustement selon la méthode des résidus.

² Des coefficients de Spearman ont été calculés car ces apports nutritionnels ne suivaient pas une distribution normale.

En résumé

Nous avons mis en évidence que **la version web du questionnaire** développé dans cette thèse, faisait preuve d'**une validité correcte** (pour les apports en nutriments, le coefficient de corrélation médian était de 0,51 et la proportion médiane de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent, *via* le FFQ et les rappels de 24h, était de 66%) ainsi que d'**une bonne reproductibilité** (pour les apports en nutriments, le coefficient de corrélation médian était de 0,65 et la proportion médiane de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent, *via* le FFQ et les rappels de 24h, était de 79%) **dans un échantillon d'adultes. Le FFQ permettait de ranger correctement les individus selon leurs apports nutritionnels et leurs consommations alimentaires.**

Le FFQ peut désormais être utilisé dans des études cliniques ou épidémiologiques afin d'évaluer les associations entre alimentation et événements de santé et les données issues du questionnaire peuvent servir à l'obtention de profils alimentaire. Quand nécessaire, les données issues du questionnaire peuvent également être utilisées pour ajuster des modèles statistiques sur les apports nutritionnels des individus.

4.2.4. Discussion

4.2.4.1. Comparaison avec la littérature existante

Le FFQ court déployé dans la population adulte était composé de 50 items, parmi lesquels 44 étaient utilisés pour l'obtention des apports en nutriments. Dans leur revue de la littérature, Cade *et al.* montrait que les FFQs ayant fait l'objet d'une publication entre 1980 et 1999 étaient composés de 3 à 350 items³⁰⁶, la médiane étant de 79 items. Selon Willett *et al.*¹⁸⁷, l'information collectée par un questionnaire n'est pas proportionnelle au nombre d'items inclus dans celui-ci. Elle suivrait plutôt une loi exponentielle. Tenant en compte ces considérations et les résultats de l'étude de validité et de reproductibilité du questionnaire court, il semblerait que 44 items sont suffisants pour évaluer l'alimentation des individus et obtenir de l'information sur leurs apports en aliments et principaux nutriments.

Validité du questionnaire

Afin de valider un outil de recueil alimentaire, il est recommandé de choisir une méthode de référence pour laquelle les erreurs de mesure sont le plus indépendantes possibles des erreurs associées à l'outil à valider³³³. Même si des erreurs liées à la mémoire, à la désirabilité sociale ou à la représentation des tailles de portion consommées sont communes aux rappels de 24h et aux FFQs, l'utilisation de plusieurs rappels de 24h échelonnés dans le temps a souvent été considérée comme la meilleure méthode de référence à utiliser pour valider des FFQs³³⁴. Dans notre étude, afin de valider le FFQ dans un échantillon d'adultes, nous avons choisi comme méthode de référence d'utiliser les données issues de 3 à 6 rappels de 24h, effectués sur un intervalle d'un an.

Les coefficients de corrélation que nous avons obtenus faisaient état d'une validité acceptable de notre questionnaire pour estimer les apports en aliments (coefficients compris entre 0.09 et 0.88) et nutriments (coefficients compris entre 0.02 et 0.68). Ces résultats étaient comparables à ceux de la littérature^{76;88;185;186;325;333;335-338}. À titre d'exemple, dans l'étude de l'Institut National du Cancer aux États-Unis s'intéressant aux liens entre alimentation et santé, les coefficients de corrélation ajustés sur l'énergie obtenus étaient compris entre 0,36 et 0,75³³³.

Les coefficients de corrélation bruts que nous obtenions étaient compris entre 0,47 et 0,57. Des résultats similaires ont été observés dans la littérature pour des web questionnaires (coefficients compris entre 0,06 et 0,68)^{335;337;338}, des questionnaires de fréquence courts (coefficients compris entre 0,22 et 0,53)^{76;88;325} et des FFQs à destination d'adultes (coefficients compris entre 0,29 et 0,61)^{45;185;336}.

Dans le cas d'études de validation, les recommandations sont les suivantes : les coefficients de corrélation devraient être $\geq 0,3$, préférentiellement supérieurs à 0,4 et idéalement dans l'intervalle compris entre 0,5 et 0,7^{187;313;339}. Dans notre étude, des coefficients de corrélation inférieurs à 0,3 étaient obtenus pour 8 groupes alimentaires sur 40 et 9 nutriments sur 34. Les groupes alimentaires concernés par ces coefficients étaient des groupes d'aliments rarement consommés tels que les abats, les produits céréaliers complets, les légumineuses et les huiles de tournesol et d'arachide, ce qui pourrait expliquer l'obtention de coefficients si faibles. En effet, si ces groupes d'aliments sont irrégulièrement consommés, il est alors attendu que la comparaison d'une consommation moyenne annuelle avec celle d'une semaine soit différente. Des résultats similaires en relation avec des aliments peu consommés ont déjà été décrits dans la littérature^{176;185;186}.

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

À l'image de l'item « snacks sucrés, chocolat et viennoiseries », de faibles coefficients de corrélation étaient également obtenus pour des groupes alimentaires composés d'aliments variés. L'estimation des quantités consommées pourrait s'avérer plus complexe pour ces groupes alimentaires regroupant des aliments divers.

Finalement, un faible coefficient de corrélation était également observé pour l'item « pommes de terres et autres tubercules ». La consommation en France de nombreux plats mixtes à base de pommes de terre a pu rendre complexe l'estimation des quantités consommées.

La quantité d'eau consommée déclarée dans les rappels de 24h était largement inférieure à celle déclarée dans le FFQ (1,053 L/j en comparaison avec 2,188 L/j). Il a déjà été souligné que même si les diététiciens demandent systématiquement aux participants de déclarer leurs consommations en eau au cours des rappels de 24h, il est fréquent que certaines consommations d'eau échappent à la mémoire des participants¹⁷⁶.

De plus, certains groupes alimentaires tels que les boissons alcoolisées ou les fruits par exemple, ont pu être sous- ou sur- déclarés respectivement, lors du remplissage du FFQ, à cause du biais de désirabilité sociale : image favorable ou non à la santé de certains groupes alimentaires^{311;313}.

Comme précédemment décrit dans la littérature^{340;341}, nous avons obtenu des coefficients de corrélation plus faibles pour les légumes que pour les fruits. Les fréquence et quantité de fruits consommées sont sûrement plus simples à reporter que celles relatives à la consommation des légumes³⁴¹. En effet, les fruits sont plus souvent consommés tels quels et crus alors que les légumes sont plus souvent préparés et intégrés dans des plats, rendant l'estimation des quantités consommées plus complexe³⁴⁰.

Tous les macronutriments avaient des coefficients de corrélation compris entre 0,5 et 0,7. Le coefficient le plus élevé était observé pour l'alcool (coefficient brut de 0,77) et le plus faible pour le sodium (coefficient ajusté sur l'AET et corrigé pour la variabilité inter- et intra- individuelle de 0,02). Comme décrit dans la précédente étude de validation du questionnaire alimentaire court (*cf.* partie 4.1, section Résultats), même si une question supplémentaire relative au sel ajouté aux plats après cuisson avait été ajoutée dans la partie spécifique du FFQ, les apports en sodium sont toujours difficiles à estimer et il n'était donc pas surprenant que la différence d'estimation des apports *via* les deux méthodes soit élevée. Cependant, même si le coefficient de corrélation relatif au sodium était faible, le FFQ permettait de classer convenablement les individus selon leurs apports nutritionnels en sodium (64% des participants classés dans le même quintile ou dans celui adjacent, en comparant les résultats des deux méthodes de recueil).

Le fait d'ajuster les coefficients sur l'AET conduisait dans certains cas à une augmentation des coefficients de corrélation et dans d'autres cas à une diminution de ceux-ci. Selon Willett³⁴², l'ajustement sur l'AET augmenterait les coefficients de corrélation des nutriments pour lesquels les apports sont directement liés à l'AET et diminuerait les coefficients des nutriments issus d'aliments sujets aux erreurs systématiques de sous- et de surestimation.

Malgré des différences d'estimation d'apports en aliments et nutriments observées entre les rappels de 24h et le FFQ, ce dernier faisait preuve d'une capacité convenable à classer les individus selon leurs apports en aliments et nutriments, en comparaison avec les rappels de 24h. Nous avons obtenu des résultats proches des 70% recommandés³¹⁴ et similaires³⁴³ ou légèrement inférieurs à ceux reportés dans d'autres études^{88;185}. Comme lors de la précédente étude de validation du questionnaire alimentaire court (*cf.* partie 4.1, section Résultats), la plus faible concordance de classement entre les deux méthodes était observée pour le rétinol (18% des sujets étaient classés dans les quintiles opposés). Les abats sont la principale source de rétinol. Or, ils sont peu consommés de manière générale et étaient peu consommés dans la population d'étude. Leur consommation était probablement difficile à évaluer avec seulement trois à six rappels de 24h, d'où la faible concordance entre l'estimation du rétinol *via* le FFQ et les rappels de 24h.

Reproductibilité du questionnaire

Les coefficients de corrélation que nous avons obtenus faisaient état d'une bonne reproductibilité de notre questionnaire dans l'estimation des apports en aliments (coefficients compris entre 0,33 et 0,72) et nutriments (coefficients compris entre 0,55 et 0,73). Ces résultats étaient comparables à ceux de la littérature^{318;336;344}.

Comme décrit dans l'étude de validation précédente (*cf.* partie 4.1, section Résultats), la reproductibilité du FFQ que nous avons observée ici est certainement plus faible que la vraie valeur de celle-ci, du fait de la période d'un an choisie pour étudier la reproductibilité du questionnaire et donc des changements d'alimentation ayant pu intervenir chez les participants sur cet intervalle de temps.

Une diminution des apports alimentaires et nutritionnels était observée entre la 1^{ère} et la 2^{nde} administration du questionnaire, tel qu'observé dans la précédente étude de validation du FFQ (*cf.* partie 4.1, section Résultats) et que décrit dans la littérature^{86;185;317-319}. Le fait d'avoir rempli

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

le questionnaire une première fois et, pour certains participants, d'avoir participé aux rappels de 24h, pourrait expliquer cette tendance³²⁰.

Des coefficients de corrélation compris entre 0,5 et 0,7 entre deux administrations ont généralement été décrits dans la littérature^{306;306}. Dans notre étude, 75% des groupes alimentaires et 100% des nutriments étudiés avaient des coefficients de corrélation supérieurs ou égaux à 0,5. Des coefficients de corrélation intra-classes inférieurs à 0,3 n'étaient observés pour aucun groupe alimentaire.

Le classement des individus selon leurs consommations alimentaires et leurs apports nutritionnels était très bon (proportion médiane d'individus classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent de 80% pour l'ensemble des groupes alimentaires et de 79% pour les nutriments). Au total, en termes d'apports en nutriments, 74% à 94% des participants étaient classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent.

Limites et forces

Quelques limites de ce travail sont à souligner. Les participants inclus dans cette étude étaient volontaires et donc par conséquent certainement plus attentifs à leurs comportements de santé et leur alimentation que la population générale. Il est donc possible que comparés à la population générale, ils aient déclaré des consommations plus proches de leurs consommations réelles.

Des données complémentaires telles que le niveau d'éducation, un score de connaissances nutritionnelles ou encore un test d'estimation du biais de désirabilité sociale n'ont pas été recueillies et auraient permis de mieux caractériser la population en fonction de facteurs qui peuvent conditionner les réponses à ce type de questionnaire alimentaire.

Ce travail présente de nombreuses forces.

Certaines forces liées au projet de création et de validation d'un outil de recueil alimentaire ont déjà été évoquées précédemment (*cf.* partie 4.1.4.2, section Résultats).

Au total, 92 participants étaient inclus dans cette étude de validation, ce qui est supérieur au nombre d'individus reporté dans des études similaires et récentes^{337;345;346}.

Résultats et discussion - Vers le recueil alimentaire de demain : Création d'un questionnaire alimentaire court à destination de la population française

L'outil que nous avons développé est facile et rapide à remplir. Grâce aux photos de tailles de portions directement intégrées au questionnaire, l'estimation des quantités d'aliments consommés est facilitée pour les participants.

Les résultats présentés ici relèvent de la validité du FFQ dans un échantillon d'adultes et le FFQ a également été validé dans un échantillon de patients atteints de maladie rénale chronique (*cf.* partie 4.1, section Résultats). Grâce au projet de conception et de validation du FFQ, nous aurons à disposition un outil commun à l'ensemble des groupes de population, en France (grâce au socle de 40 questions du FFQ commun à l'ensemble des groupes de population). Il sera alors désormais possible de comparer l'alimentation et les profils alimentaires des individus inclus dans les études de recherche épidémiologiques et cliniques, à l'échelle nationale.

La version en ligne du questionnaire a été validée au cours de l'étude présentée ici, offrant ainsi de nouvelles opportunités. Une interface interactive était proposée aux participants et un contrôle des données était effectué directement au moment de la saisie des données, des messages d'erreurs apparaissant en cas de valeur manquante ou de saisie incohérente.

4.2.5. Conclusion

Le web questionnaire que nous avons développé a fait preuve d'une **validité** et d'une **reproductibilité correctes** dans un **échantillon d'adultes**, pour la plupart des groupes alimentaires et nutriments considérés. Il pourra désormais être utilisé dans les études de cohortes E3N et E4N, afin de recueillir de façon **peu contraignante** des **données de qualité** sur les habitudes alimentaires des participants.

Comme évoqué précédemment (*cf.* partie 4.1.4.2, section Résultats), le consortium souhaite désormais développer **une application smartphone du FFQ**. Cette application pourra notamment être utilisée lors d'études d'intervention nichées dans E4N, pour surveiller les apports nutritionnels des participants et leur fournir **un retour instantané** et **des recommandations adaptées**.

Le questionnaire peut désormais être utilisé en population générale (étudiants, adultes, seniors). Il devra cependant faire l'objet d'études de validation en amont de son utilisation dans des populations spécifiques où l'alimentation est modifiée, comme chez les patients atteints de cancer ou de troubles psychologiques par exemple.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

1. Principaux résultats

Ce travail a permis de mieux comprendre les **interactions complexes** entre les **comportements alimentaires**, l'**environnement socio-économique** et la **survenue de cancer**.

Dans un premier temps, nous avons mis en évidence que le fait d'avoir une alimentation favorable à la santé était fortement associé à de nombreux facteurs socio-économiques, à la fois individuels et contextuels. **Dans notre étude, être plus âgée, moins éduquée, ne pas avoir d'enfants, avoir une activité professionnelle, avoir des revenus plus élevés, être célibataire et vivre dans des zones urbaines ou dans le Sud de la France étaient associés à une plus forte probabilité d'avoir une alimentation favorable à la santé.** Même si nos résultats ne sont pas directement extrapolables à la population générale, les femmes E3N étant davantage sensibles à leurs comportements de santé et ayant en moyenne un niveau socio-économique plus élevé que l'ensemble de la population française, nous supposons que la magnitude de la plupart des associations mises en évidence dans cette population sélectionnée serait davantage marquée en population générale où la variabilité en termes de comportements alimentaires et d'environnement socio-économique y est encore plus accentuée.

Cette étude a confirmé également que **les facteurs socio-économiques ne sont pas interchangeables** et qu'il est primordial que l'**environnement socio-économique** des individus soit considéré comme un **ensemble complexe**, fortement associé à l'alimentation des individus, et au sein duquel **de nombreux facteurs individuels et contextuels interagissent ensemble**.

Dans un second temps, nous avons mis en évidence dans notre population que la probabilité d'augmenter sa consommation de fruits et légumes sur le long terme était associée à **des facteurs socio-économiques de type individuel, mais pas de type contextuel**. Les individus ayant une position socio-économique plus élevée étaient plus enclins à augmenter leur consommation de fruits et légumes. **Être plus éduquée, avoir plus d'enfants, vivre en couple et avoir une activité professionnelle étaient associés à une augmentation de la consommation de fruits et légumes au cours du temps.** Certains de ces facteurs individuels étaient associés **de manière différentielle** à l'évolution de la consommation de fruits et de légumes au cours du temps. Par exemple, avoir une activité professionnelle était associé à une augmentation de la consommation de légumes au cours du temps mais pas à une augmentation

de la consommation de fruits. Certaines associations observées étaient également plus marquées selon le type de fruit ou de légume considéré.

Finalement, notre troisième étude focalisée sur l'influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution à long terme de l'alimentation a mis en évidence que **le diagnostic d'un cancer était associé positivement à une augmentation de la consommation de fruits et légumes**. Cette augmentation ne s'observait **que chez les femmes ayant eu un cancer du sein**. Elle était plus prononcée chez les femmes pour lesquelles le diagnostic de cancer avait eu lieu à un **stade plus avancé de la maladie** (stades II-III-IV vs. stades 0-I).

Par ailleurs, nous avons mis en évidence **des inégalités socio-économiques** dans l'adoption de ces comportements alimentaires **chez les femmes ayant eu un cancer**. En effet, l'augmentation de la consommation de fruits et légumes était uniquement observée au sein de certaines strates socio-économiques : les femmes à niveau d'éducation intermédiaire et élevé, les femmes sans enfants ni conjoint, les femmes en couple avec au moins un enfant et les femmes vivant dans le Sud, l'Ouest et l'Est de la France.

D'un point de vue méthodologique, la création et la validation du questionnaire alimentaire réduit a permis **d'obtenir un outil simple de recueil alimentaire, facile et rapide à remplir, qui permet de caractériser l'alimentation des individus**. C'est un questionnaire de fréquence alimentaire composé d'un socle de 40 questions, commun à l'ensemble des groupes de population française. Un module spécifique de 10 questions peut venir s'ajouter s'il existe des questions de recherche propres au groupe de population concerné par l'administration du questionnaire.

Le questionnaire que nous avons développé a fait preuve d'une **validité** et d'une **reproductibilité correctes dans un échantillon de patients atteints de maladie rénale chronique (MRC)**, pour la plupart des groupes alimentaires et nutriments considérés. On peut donc considérer que c'est un bon compromis entre les propriétés métriques et le temps de remplissage. En effet, **il permet de ranger correctement les individus selon leurs consommations alimentaires et leurs apports nutritionnels**, notamment leurs apports en protéines, calcium, phosphates, potassium, sodium, glucides et lipides (nutriments à surveiller dans le cadre de la MRC).

Le questionnaire développé a également fait preuve d'une **validité** et d'une **reproductibilité correctes dans un échantillon d'adultes**. On peut donc conclure qu'il remplit les objectifs fixés.

2. Perspectives de recherche

2.1. En France

Les travaux de cette thèse ont permis de **mieux caractériser** les relations entre **alimentation, environnement socio-économique** et **survenue de cancer**. Cependant, ils ont également soulevé un certain nombre de questions pour lesquelles il serait intéressant de mener des études complémentaires.

Peu de cohortes bénéficient d'un recueil de données alimentaires dans le temps. Afin de poursuivre la compréhension des interactions complexes existantes entre alimentation, environnement socio-économique et survenue de cancer, il serait intéressant de profiter de la richesse des données de l'étude E3N pour étudier **l'évolution des comportements alimentaires selon l'environnement socio-économique des individus, en amont de la survenue de cancer**. Nous pourrions ainsi identifier des comportements alimentaires associés à une augmentation ou une diminution du risque de cancer, et étudier les modifications de ces associations en fonction des caractéristiques socio-économiques des individus et de la localisation des cancers.

La mise en place actuelle de la cohorte E4N, rassemblant les enfants des femmes E3N, ainsi que leurs pères biologiques, et les petits-enfants des femmes E3N, permettra de reproduire nos analyses sur un échantillon mixte et faisant preuve d'une plus grande variabilité en termes d'âge, de comportements alimentaires et d'environnement socio-économique.

L'influence de l'environnement socio-économique au cours de la vie pourra être étudiée en réalisant des trajectoires socio-économiques, tel que cela a déjà été fait dans la littérature^{347;348}.

La mobilité socio-économique intergénérationnelle et son impact, considérés avec un intérêt croissant dans la littérature³⁴⁹⁻³⁵¹, pourront également être pris en compte dans les analyses. **L'utilisation d'objets connectés au sein de l'étude E4N** permettra également d'obtenir une plus grande quantité de données socio-économiques contextuelles. En effet, grâce à la localisation GPS des lieux de résidence et de travail de certains participants E4N, nous aurons accès à des données telles que la proximité des lieux d'approvisionnement alimentaire, la qualité des réseaux de transports publics, la proximité d'équipements sportifs ou encore la sécurité des quartiers de résidence. Nous pourrions reconstituer les trajets des individus, savoir s'ils sont allés au supermarché, dans une salle de sport, s'ils ont pris le bus, etc.

Les travaux de cette thèse ont également permis de **créer et valider un outil de recueil alimentaire court, adapté au régime français**, qui permettra d'harmoniser le recueil des données alimentaires sur le plan national.

Au vu des résultats des deux études de validation du questionnaire menées au cours de ce travail doctoral, le questionnaire peut désormais être utilisé en population générale (étudiants, adultes, séniors). Il devra cependant faire l'objet d'études de validation en amont de son utilisation dans des populations spécifiques où l'alimentation est impactée : patients atteints de cancer, de troubles psychologiques, etc.

La prochaine étape du projet consiste en **l'élaboration d'une application smartphone du questionnaire**. L'utilisateur pourra ainsi recevoir instantanément **un bilan nutritionnel personnalisé** en fonction de ses déclarations de consommations alimentaires. Les informations seront affichées sous forme d'infographies ludiques et simples à comprendre et porteront sur : l'apport énergétique total de l'individu, en regard de ses besoins énergétiques ; les apports en macro-nutriments et principaux micro-nutriments ; la répartition des apports nutritionnels ; le degré d'adhésion aux recommandations nutritionnelles de santé publique *via* le calcul de scores tels que ceux du PNNS ou du WCRF (*cf.* partie 2.3.2., section Introduction) ; des conseils personnalisés sur les produits à éviter et des suggestions de substitution. Au-delà de son utilisation par des particuliers, ce type d'outils pourra également être utilisé en routine clinique ou pour le recueil de données lors de recherches épidémiologiques, dans des recherches de type observationnel ou interventionnel.

2.2. À l'international

Dans le cadre du programme des laboratoires internationaux associés (LIA) de l'Inserm, l'équipe de recherche « Générations et Santé » s'est associée à l'équipe de recherche « ESMaestras » située à l'Institut National de Santé Publique (INSP) de Mexico qui exploite les données de la cohorte prospective ESMaestras. C'est une étude inspirée de la cohorte E3N, initiée en 2006 et à laquelle participent 115 346 enseignantes²³⁰. Sur le modèle de l'étude E3N, les participantes ESMaestras sont suivies tous les 2 à 3 ans, par auto-questionnaires portant sur leur mode de vie et leur état de santé.

Dans le cadre de mon projet doctoral, j'ai eu l'opportunité de réaliser deux séjours de recherche à l'INSP. Des analyses sont en cours afin d'adapter le premier objectif scientifique de mon travail (étude des interactions entre l'alimentation et l'environnement socio-économique des individus) aux données mexicaines. **Le Mexique** est un exemple de pays émergent marqué par la transition démographique, épidémiologique et nutritionnelle, telle qu'évoquée en

introduction (cf. partie 1.1.). Reproduire les analyses du premier objectif doctoral sur une population ayant des comportements alimentaires distincts et vivant dans un contexte socio-économique très différent va permettre **d'apporter des éléments de comparaison entre un pays industrialisé et un pays émergent**, et donc une mise en regard de nos résultats en France.

Au terme de ce travail, nous pouvons formuler quelques suggestions concernant les études qui seront menées à l'avenir, aussi bien dans un contexte français qu'international. Dans le cadre d'études s'intéressant à l'environnement socio-économique des individus, **nous recommandons** lorsque cela est possible, **de ne pas considérer un seul facteur socio-économique** (le niveau d'éducation est communément utilisé dans la littérature) comme étant le reflet du niveau socio-économique des individus. **De nombreux facteurs individuels et contextuels interagissent ensemble pour former l'environnement socio-économique des individus et ces facteurs ne sont pas interchangeable.**

Enfin, **des études complémentaires sont nécessaires** pour mieux comprendre les mécanismes en jeu dans les interactions alimentation-environnement socio-économique, ainsi que ceux en jeu dans les interactions complexes entre facteurs socio-économiques individuels et contextuels.

2.3. De l'observation à l'action : perspectives en recherche interventionnelle

À l'interface entre les études épidémiologiques comme celles menées au cours de ce travail doctoral et les politiques de santé publique, une nouvelle discipline scientifique, **la recherche interventionnelle**, a émergé au cours des dernières années.

La recherche interventionnelle en santé des populations a pour objectifs la conception, la mise en œuvre et l'évaluation scientifique d'interventions en Santé Publique³⁵². Elle concerne tout programme, action ou politique publique, conduit dans le secteur de la santé ou en dehors de celui-ci, susceptible d'avoir une influence sur la santé d'une population et présentant un potentiel pour une mise en œuvre ultérieure en population générale.

En France et à l'échelle internationale, des études d'intervention ont déjà été menées dans différents groupes de population afin de les inciter à adopter des comportements favorables à la santé. En population générale, il a par exemple été montré que des interventions favorisant la pratique d'activité physique et une alimentation en accord avec les recommandations permettait de réduire l'IMC des individus et d'améliorer certains paramètres biologiques (pression artérielle, cholestérolémie,...), notamment ceux liés au métabolisme du glucose, sur le moyen terme (6 à 12 mois)^{353;354}. Chez des individus issus de milieux socio-économiques défavorisés, une étude combinant des actions en lien avec l'activité physique et l'alimentation a mis en

évidence une réduction de l'adiposité sur le long terme (9 ans)³⁵⁵. Une étude conduite dans huit pays européens, faisant intervenir plusieurs acteurs (communauté, écoles, familles) et ayant pour but de prévenir l'obésité chez l'enfant a montré des résultats encourageants pour certains comportements de santé, mais très dépendants du pays ciblé et du contexte de mise en place de l'intervention³⁵⁶. Des études d'intervention se focalisant sur la pratique d'activité physique et l'alimentation ont également été menées chez des patients ayant souffert d'un cancer et ont mis en évidence une amélioration de la qualité de vie et de certains paramètres biologiques chez ces patients³⁵⁷⁻³⁶⁰. **Les études d'intervention sont encore rares dans le domaine de la réduction des inégalités de santé.** Elles permettront de préciser les modalités d'intervention les plus efficaces dans les domaines d'adoption de comportements alimentaires favorables à la santé et de réduction des inégalités en lien avec l'alimentation et la survenue de cancer. Elles apporteront les éléments nécessaires aux décideurs politiques afin d'orienter les politiques de santé publique.

3. Recommandations en termes de Santé Publique

Dans une population de femmes françaises avec un niveau socio-économique moyen supérieur à celui de la population générale française, nous avons mis en évidence des inégalités sociales de santé en lien avec le fait d'avoir une alimentation favorable à la santé et l'évolution de l'alimentation au cours du temps. Même si les données sur lesquelles nous avons travaillé ont été recueillies entre 1993 et 2005, il semble que les inégalités sociales liées à l'alimentation et au mode de vie, persistent à l'heure actuelle, en France³⁷. Pourtant, la réduction des inégalités sociales de santé s'inscrit dans une demande des instances politiques et sociales, européennes et internationales depuis le début des années 2000¹⁶⁸⁻¹⁷¹. En France, depuis 2011, l'objectif du premier axe du troisième volet du Programme national Nutrition Santé (PNNS 2011-2015)³⁶¹ est de réduire les inégalités sociales de santé dans le champ de la nutrition, par des actions spécifiques, au sein d'actions générales de prévention. **En termes de Santé Publique, l'évaluation de ces actions est une priorité si l'on souhaite aboutir à une réduction des inégalités sociales de santé. En parallèle, les recherches ayant pour but de comprendre les mécanismes impliqués dans l'adoption de comportements alimentaires favorables à la santé, doivent être poursuivies, afin d'orienter au mieux les actions à mener.**

Une partie de ce travail doctoral a porté sur la survie après cancer. La prévention tertiaire en cancérologie est une problématique de recherche récente liée à l'amélioration de la survie. Bien que la prévention tertiaire ait été évoquée dans le Plan Cancer 2009-2013³⁶², elle n'est devenue une priorité à part entière qu'à partir du Plan Cancer 2014-2019 actuel³⁶³. L'importance de promouvoir l'activité physique et des comportements nutritionnels adaptés chez les patients atteints de cancer y est notamment évoquée. **Afin d'étayer ces recommandations de prise en charge, il est primordial d'apporter de nouvelles données issues de recherches épidémiologiques et interventionnelles.**

Les résultats que nous avons obtenus en lien avec l'évolution de l'alimentation suite à un diagnostic de cancer selon l'environnement socio-économique viennent renforcer la littérature existante sur les inégalités sociales liées au cancer²⁸²⁻²⁸⁴. Une autre priorité du plan cancer 2014-2019³⁶³ consiste en la réduction des inégalités et pertes de chance face au cancer. Cette notion fait d'ailleurs partie intégrante de l'intitulé de ce plan cancer : « Guérir et prévenir les cancers : donnons les mêmes chances à tous, partout en France ». **En termes de Santé Publique, il est à l'heure actuelle indispensable de comprendre les freins qui empêchent l'ensemble des individus d'adopter les recommandations nutritionnelles établies en prévention (primaire et tertiaire) des cancers.**

Afin que la réduction des inégalités sociales de santé liées à l'alimentation et à la survenue de cancer s'opère, il est nécessaire de favoriser une recherche interdisciplinaire sur les causes et les mécanismes de ces inégalités. En parallèle, des actions concrètes, telles des études d'intervention, doivent être menées sur le terrain et évaluées. Du fait de l'existence d'un continuum d'états de santé et de comportements le long d'une hiérarchie sociale, répondant à un gradient social, les actions menées doivent répondre au principe d'**universalisme proportionné**, c'est à dire être universelles, mais avec une ampleur et une intensité proportionnelles au niveau de défaveur sociale des individus. **De nombreux acteurs institutionnels et professionnels tels que des associations, des acteurs de recherche, des industriels, des décideurs de Santé Publique ou encore des acteurs locaux, doivent être mobilisés.**

GLOSSAIRE

Comorbidité : Maladie ou problème de santé qui coexiste avec la maladie ou le problème de santé d'intérêt.

Incidence : Pour un événement de santé et une population donnés, l'incidence correspond au nombre de nouveaux cas de l'événement de santé considéré pour une période donnée.

Indice de Masse Corporelle (IMC) : L'Indice de Masse Corporelle est un indicateur de corpulence globale qui se calcule *via* la formule suivante : $IMC (kg/m^2) = poids (kg) / taille (m)^2$. Il ne permet pas de distinguer la masse grasse de la masse maigre.

Insécurité alimentaire : L'insécurité alimentaire existe lorsque les critères de la sécurité alimentaire tels que définis par le Comité de la Sécurité alimentaire mondiale énoncés ci-après ne sont pas remplis : « tous les êtres humains ont, à tout moment, la possibilité physique, sociale et économique de se procurer une nourriture suffisante, saine et nutritive leur permettant de satisfaire leurs besoins et préférences alimentaires pour mener une vie saine et active ».

Obésité : Selon les critères de l'IMC*, l'obésité se définit à partir du seuil de 30 kg/m² (IMC ≥ 30 kg/m²).

Prévalence : Pour un événement de santé et une population donnés, la prévalence correspond au nombre de cas de cet événement de santé à un instant donné.

Prévention primaire : La prévention primaire désigne l'ensemble des actes destinés à diminuer l'incidence* d'une maladie ou d'un problème de santé.

Prévention secondaire : La prévention secondaire agit à un stade précoce de l'évolution d'une maladie ou d'un problème de santé (dépistages).

Prévention tertiaire : La prévention tertiaire désigne l'ensemble des actes destinés à diminuer les complications liées à une maladie ou un problème de santé et les risques de récurrence.

Surpoids : Selon les critères de l'IMC*, le surpoids se définit à partir du seuil de 25 kg/m² (IMC ≥ 25 kg/m²).

ANNEXES

Annexe 1 : Les 40 items du socle commun du questionnaire alimentaire court.

- 01- Pain complet, pain aux céréales, biscottes complètes ou multicéréales
- 02- Pain blanc, biscottes
- 03- Céréales du petit-déjeuner
- 04- Pâtes, riz complets
- 05- Pâtes, riz, semoule, blé, boulghour, quinoa, tapioca « blancs »
- 06- Légumineuses (consommées chaudes ou en salade)
- 07- Frites et tubercules frits
- 08- Pommes de terre et autres tubercules cuits à l'eau, en purée, en gratin
- 09- Légumes cuits (y compris mangés en salade comme les poireaux ou consommés sous forme de soupe ou de bouillon)
- 10- Légumes consommés crus (carottes râpées, tomates, salade, concombres...)
- 11- Pizza, lasagnes, quiches, tartes/ tourtes, feuilletés/ friands, croque-monsieur
- 12- Sandwich, panini, burgers, kebab, burritos/ fajitas, hot dog, wrap
- 13- Viandes panées/poissons panés
- 14- Saucisses et autres charcuteries
- 15- Volaille/ Lapin
- 16- Viande de boucherie (hors saucisses)
- 17- Abats
- 18- Œufs
- 19- Poisson (hors poisson pané)
- 20- Produits de la mer (hors poisson)
- 21- Lait
- 22- Yaourts, fromages blancs, faisselles
- 23- Entremets, crèmes dessert
- 24- Fromages
- 25- Beurre, Crème entière
- 26- Margarine, mayonnaise
- 27- Huile d'olive
- 28- Huile de colza, noix, huile de mélange (type Isio4)
- 29- Huile de tournesol, d'arachide
- 30- Chips, snacks salés, biscuits apéritifs
- 31- Snacks sucrés, barres chocolatées, barres céréalières, chocolat, biscuits/gâteaux sucrés (industriels ou « faits maison » ou de boulangerie), viennoiseries
- 32- Fruits (hors jus de fruits)
- 33- Eau
- 34- Café
- 35- Thé et infusion
- 36- Jus de fruits (frais, pressé, nectar, pur jus,...)
- 37- Boissons sucrées, gazeuses ou non (colas, limonades, sirops reconstitués,...)
- 38- Boissons aux édulcorants « light », gazeuses ou non
- 39- Vin
- 40- Boissons alcoolisées (hors vin)

Annexe 2 : Les questions de la partie spécifique du questionnaire alimentaire court, destinée aux patients atteints de maladie rénale chronique.

La partie spécifique du questionnaire alimentaire court, à destination des patients atteints de maladie rénale chronique est composée de 9 questions :

- 1- En mangeant, rajoutez-vous du sel à vos aliments ? (Systématiquement, très souvent, assez souvent, rarement, jamais)
- 2- Au cours de l'année passée, en moyenne, avec quelle fréquence avez-vous consommé des plats cuisinés (plats préparés industriellement congelés ou non) ? (jamais ou moins d'une fois par mois, X fois par mois, X fois par semaine ou X fois par jour)

Les 7 questions suivantes permettent de détailler la consommation d'aliments issus des groupes d'aliments cités dans la première partie du questionnaire :

- 3- Au cours de l'année passée, en moyenne, avec quelle fréquence avez-vous consommé des boissons sucrées gazeuses (sodas), qu'elles soient « light » ou non ? (jamais ou moins d'une fois par mois, X fois par mois, X fois par semaine ou X fois par jour)
- 4- Au cours de l'année passée, si vous avez eu l'habitude de consommer la catégorie d'aliments « légumes cuits (y compris mangés en salade comme les poireaux ou consommés sous forme de soupe ou de bouillon) », avec quelle fréquence avez-vous consommé : i) des soupes et des bouillons, ii) des légumes cuits (hors soupes et bouillons) [modalités de réponse : « 0 », « + », « ++ » et « +++ »].
- 5- Au cours de l'année passée, si vous avez eu l'habitude de consommer la catégorie d'aliments « saucisses et autres charcuteries (ex : jambon, bacon, lardons, pâté,...) », avec quelle fréquence avez-vous consommé : i) des saucisses, ii) d'autres charcuteries [modalités de réponse : « 0 », « + », « ++ » et « +++ »].
- 6- Au cours de l'année passée, si vous avez eu l'habitude de consommer la catégorie d'aliments « beurre, crème entière (ex : crème fraîche 30%, crème liquide entière...) », avec quelle fréquence avez-vous consommé : i) du beurre, ii) de la crème entière [modalités de réponse : « 0 », « + », « ++ » et « +++ »].
- 7- Au cours de l'année passée, si vous avez eu l'habitude de consommer la catégorie d'aliments « margarine, mayonnaise », avec quelle fréquence avez-vous consommé : i) de la margarine, ii) de la mayonnaise [modalités de réponse : « 0 », « + », « ++ » et « +++ »].
- 8- Au cours de l'année passée, si vous avez eu l'habitude de consommer la catégorie d'aliments « Snacks sucrés, barres chocolatées, barres céréalières, chocolat, biscuits/gâteaux sucrés (industriels ou « faits maison » ou de boulangerie), viennoiseries », avec quelle fréquence avez-vous consommé : i) des gâteaux et pâtisseries (industriels, « faits maison » ou de boulangerie), ii) des snacks sucrés, barres chocolatées et/ou céréalières, du chocolat, des biscuits et/ou viennoiseries [modalités de réponse : « 0 », « + », « ++ » et « +++ »]

**ANNEXE 2 : Les questions de la partie spécifique du questionnaire alimentaire court,
destinée aux patients atteints de maladie rénale chronique**

- 9- Au cours de l'année passée, avec quelle fréquence avez-vous consommé les eaux suivantes : i) de l'eau minérale Hydroxydase et/ou St-Yorre, ii) de l'eau minérale Vichy Célestins, Arvie, Chateauneuf Auvergne, Chateldon, Rozana, Badoit, Didier et/ou Quézac, iii) de l'eau minérale Vernière, Salvetat, Arcens, Vals et/ou Orezza, iv) d'autres eaux minérales et/ou de l'eau du robinet [modalités de réponse : « 0 », « + », « ++ » et « +++ »].

Annexe 3 : Les questions de la partie spécifique du questionnaire alimentaire court, destinée à la population adulte.

La partie spécifique du questionnaire alimentaire court, à destination de la population adulte est composée de 10 questions :

1- Les repas

Au cours d'une semaine type, prenez-vous un petit-déjeuner, un en-cas le matin, un déjeuner, un en-cas l'après-midi, un dîner, un en-cas du soir ? (Non jamais, parfois, souvent, toujours)

Quelle est la durée moyenne (en minutes) de votre petit-déjeuner, déjeuner, dîner ?

2- Caractéristiques du déjeuner et du dîner

Au cours d'une semaine type, à quelle fréquence (jamais, parfois, souvent, toujours) prenez-vous ces repas : i) à domicile, ii) au fast-food, iii) en restauration collective (scolaire, entreprise, maison de retraite...), iv) au restaurant, v) chez des amis ou de la famille, vi) en marchant dans la rue, vii) dans un véhicule, viii) sur votre lieu de travail (hors restauration collective), ix) seul(e), x) à heure fixe, xi) sans vous asseoir, xii) accompagné(e), xiii) dans un environnement calme, xiv) dans un environnement bruyant, xv) devant un écran (TV, ordinateur, tablette, smartphone...) ?

3- Les fruits et légumes

Quelle est leur origine : i) frais du jardin, ii) frais du marché, iii) frais du supermarché, iv) conserves industrielles, v) surgelés, vi) indéterminée (cantine, traiteur...) ?

4) Les aliments, en général

Consommez-vous : i) des fruits et/ou légumes frais, ii) des surgelés, iii) des conserves, iv) des plats préparés du commerce (Non jamais, parfois, souvent, toujours) ? Ces aliments sont-ils bio (Non jamais, parfois, souvent, toujours) ? D'où viennent-ils : i) du marché, ii) d'un hyper/supermarché/épicerie, iii) d'un magasin hard discount, iv) d'un magasin bio, v) autres ?

5) Le mode de cuisson des viandes

En général, cuisez-vous vos viandes (jamais, parfois, souvent, toujours) : i) à la poêle, ii) au grill, iii) au barbecue ?

**ANNEXE 3 : Les questions de la partie spécifique du questionnaire alimentaire court,
destinée à la population adulte**

6) Les poissons

Lorsque vous consommez du poisson, quels types de poissons consommez-vous : i) des petits poissons gras (sardines, maquereaux, harengs...), ii) des gros poissons gras (saumon, thon...), iii) des petits poissons maigres (éperlan, rouget, daurade...), iv) des gros poissons maigres (panga, raie, cabillaud...) ?

7) Les boissons sans alcool

Quel type de boissons buvez-vous : i) de l'eau minérale, ii) de l'eau de source, iii) de l'eau du robinet non filtrée, iv) de l'eau du robinet filtrée, v) du jus de fruits frais ou pur jus, vi) d'autres jus de fruits (nectars, jus à base de concentrés...), vii) des colas non light (Coca-cola®, Pepsi®...), viii) d'autres boissons sucrées non light (Orangina®, Fanta®, Oasis®, Ice tea®...), ix) des boissons sucrées light majoritairement à base de stévia (Coca-cola life®, Pepsi next®, Fanta still®...), x) d'autres boissons sucrées light majoritairement à base d'autres édulcorants (Coca-cola light®, Coca-cola z&ro®, Pepsi max®, Fanta zéro®...), xi) des boissons dites énergisantes (Powerade®, Red bull®, Dark dog®) ?

8) Les boissons alcoolisées

Cette année, avez-vous bu, lors de la même occasion, 5 verres d'alcool ou plus ? (Non jamais, parfois, souvent, tous les jours ou presque).

9) Le sel

Rajoutez-vous du sel à vos aliments, dans votre assiette ? (Non jamais, parfois, souvent, toujours).

10) Le sucre et les édulcorants dans les boissons chaudes

Sucrez-vous vos boissons chaudes (café, thé, tisane, infusion, chocolat) ? (Non jamais, parfois, souvent, toujours). Si oui, ajoutez-vous : i) du sucre (blanc ou roux), ii) du miel, iii) de la stévia, iv) un autre édulcorant.

Annexe 4 : Figures

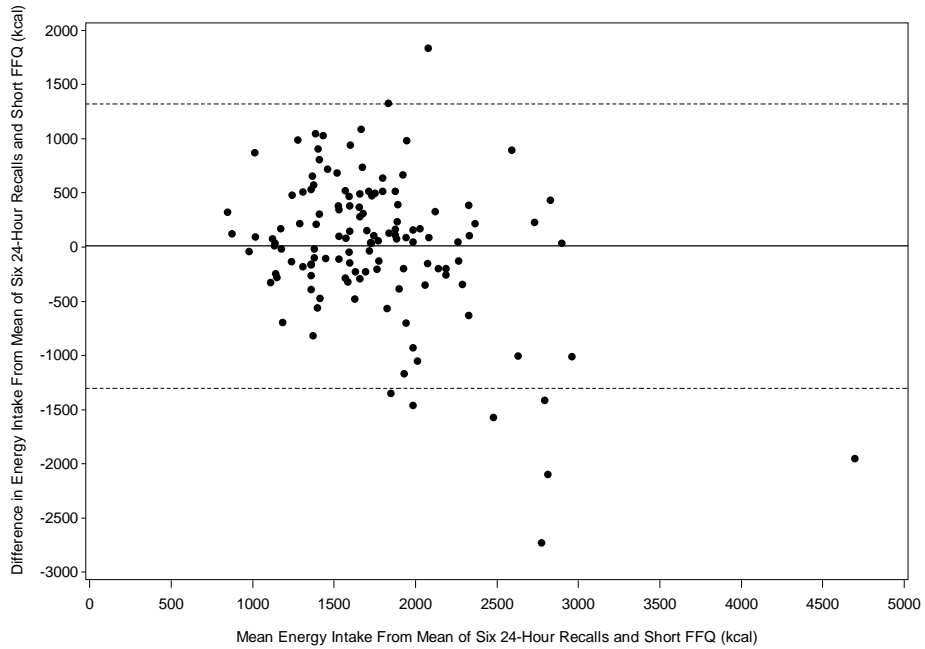


Figure 24 : Graphe de Bland-Altman comparant l'AET obtenu *via* le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant les patients atteints de maladie rénale chronique.

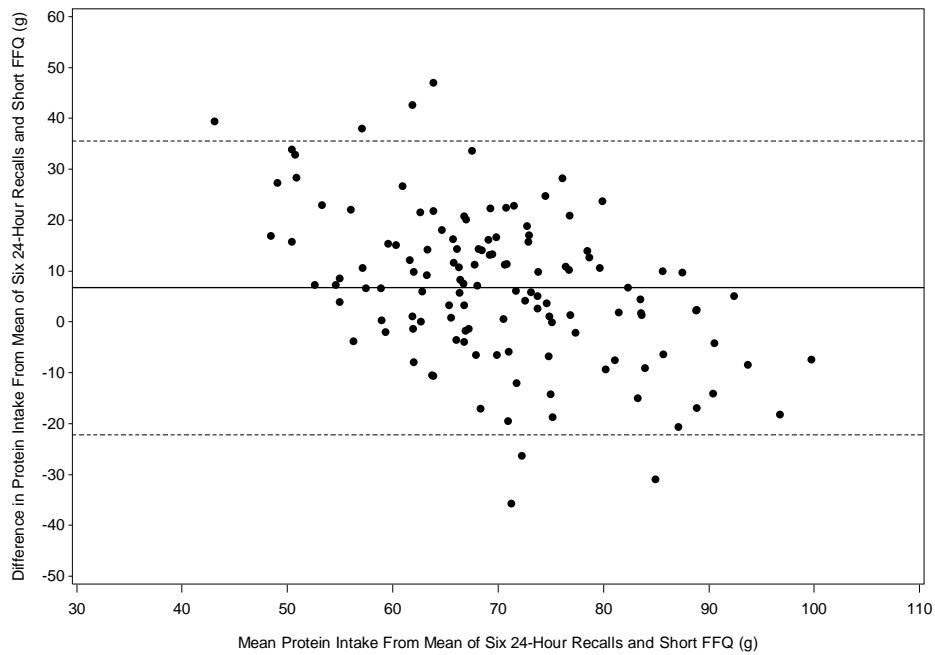


Figure 25 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en protéines obtenus *via* le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant les patients atteints de maladie rénale chronique.

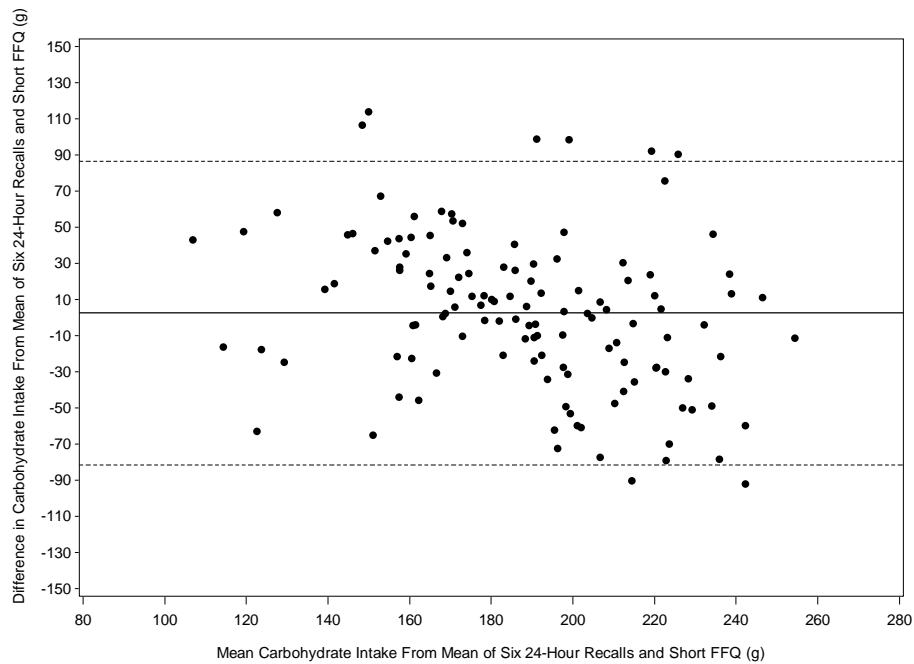


Figure 26 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en glucides obtenus *via* le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant les patients atteints de maladie rénale chronique.

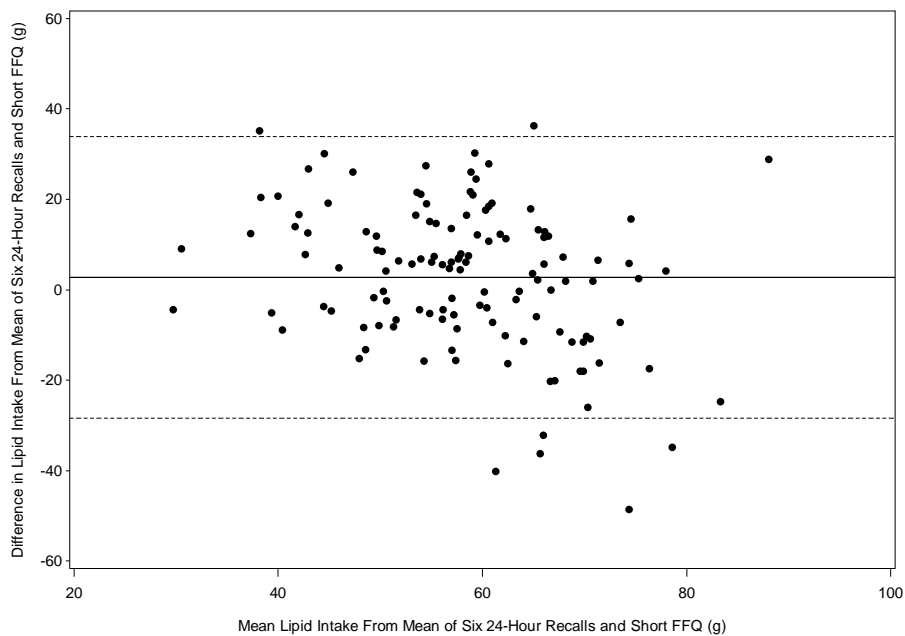


Figure 27 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en lipides obtenus *via* le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant les patients atteints de maladie rénale chronique.

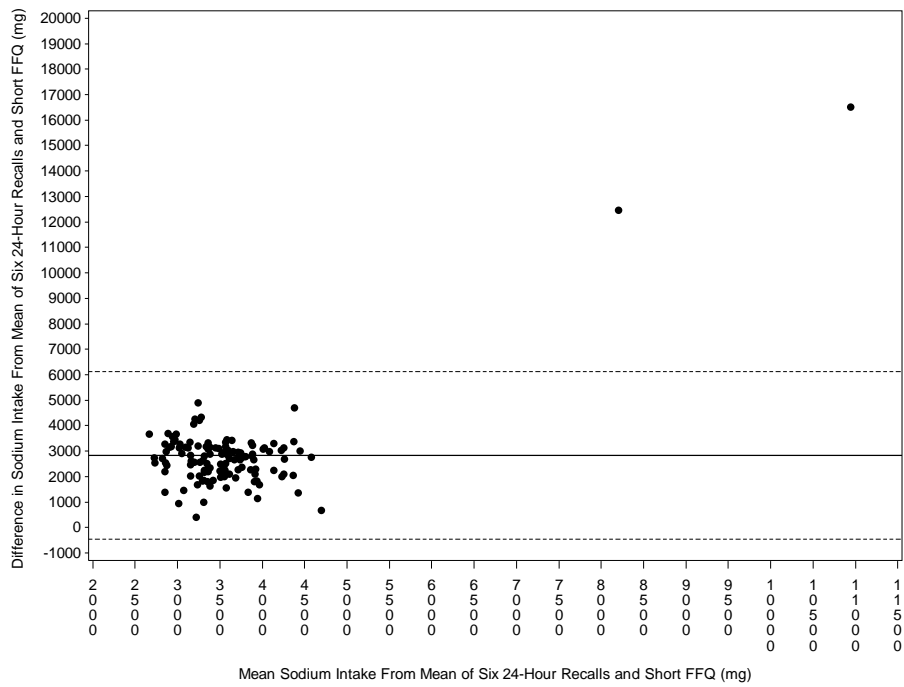


Figure 28 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en sodium obtenus *via* le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant les patients atteints de maladie rénale chronique.

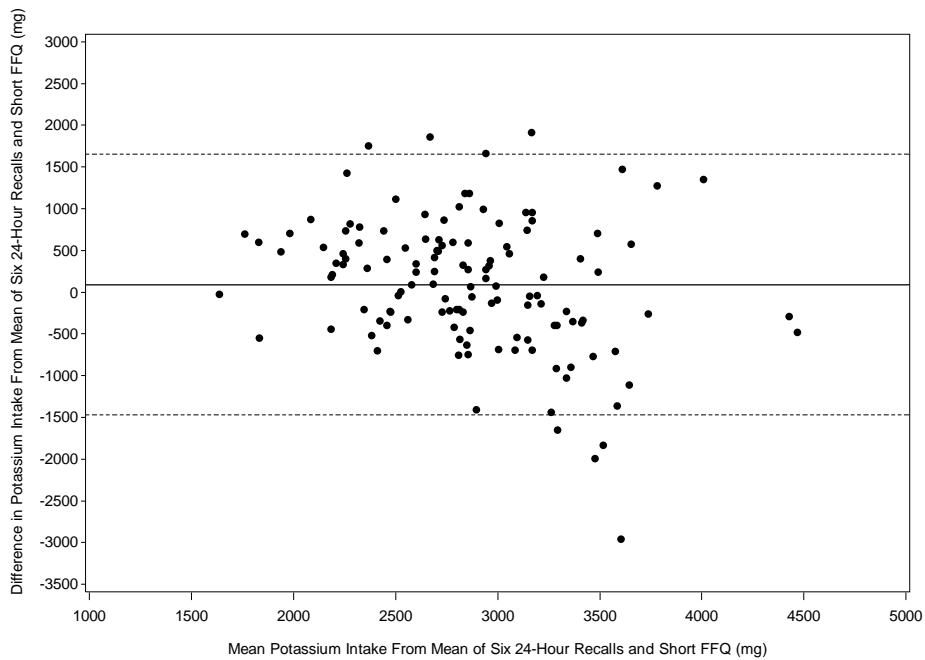


Figure 29 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en potassium obtenus *via* le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant les patients atteints de maladie rénale chronique.

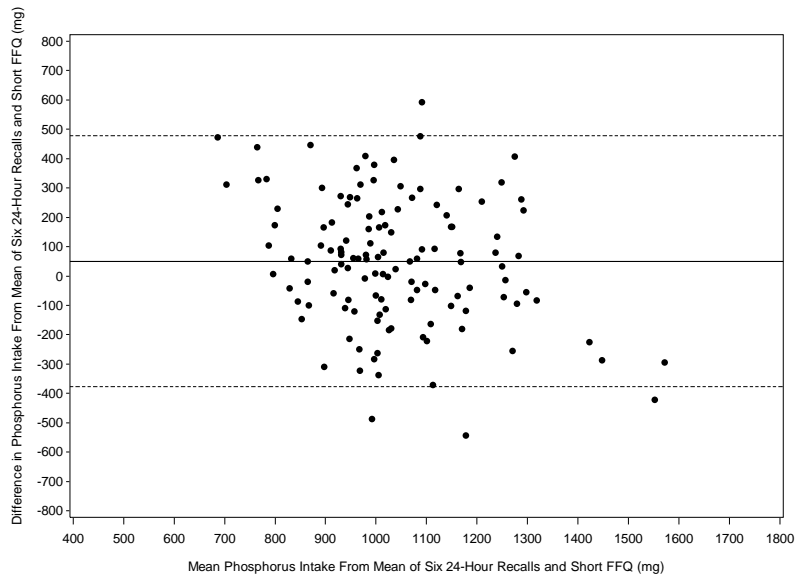


Figure 30 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en phosphates obtenus *via* le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant les patients atteints de maladie rénale chronique.

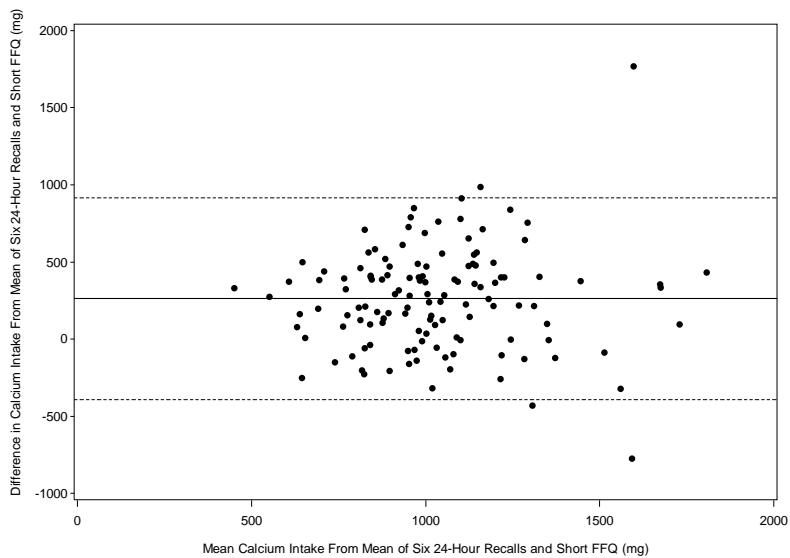


Figure 31 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en calcium obtenus *via* le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant les patients atteints de maladie rénale chronique.

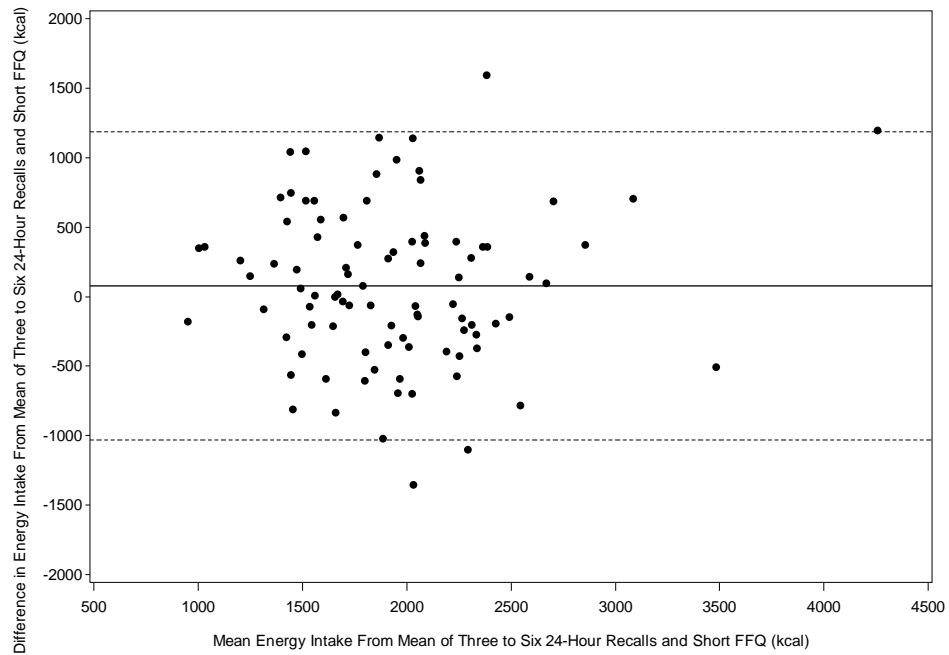


Figure 32 : Graphe de Bland-Altman comparant l'AET obtenu *via* le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant la population adulte.

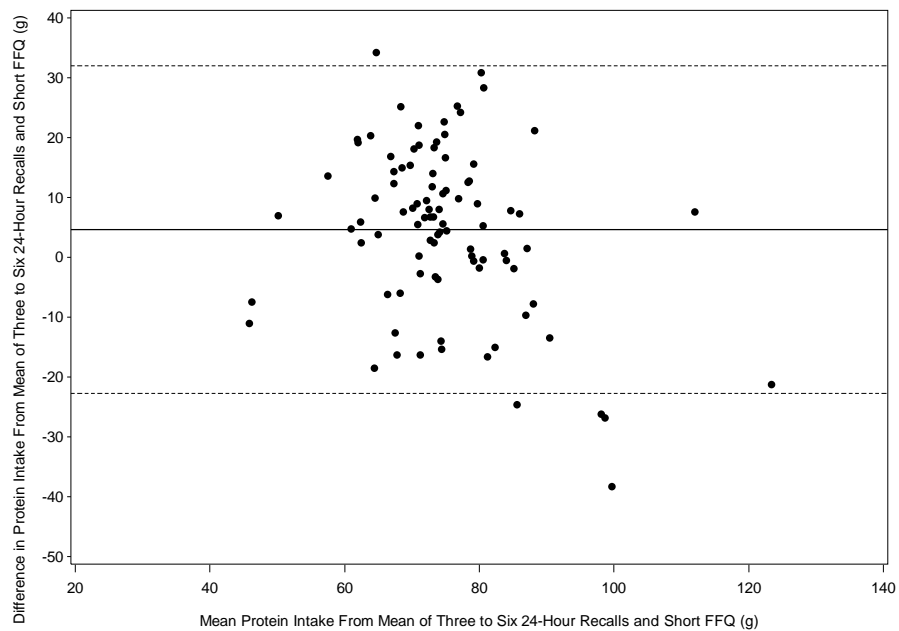


Figure 33 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en protéines obtenus *via* le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant la population adulte.

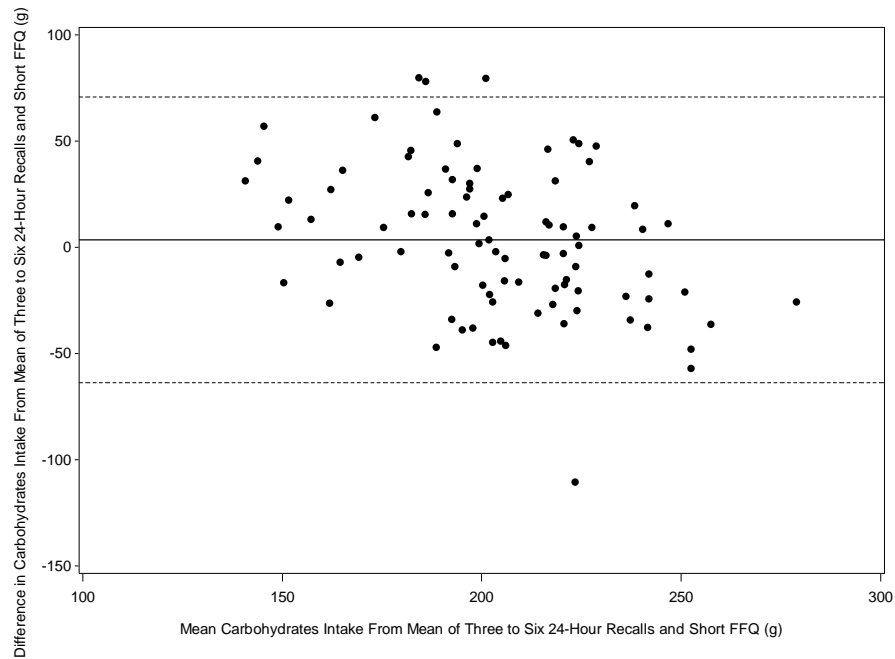


Figure 34 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en glucides obtenus *via* le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant la population adulte.

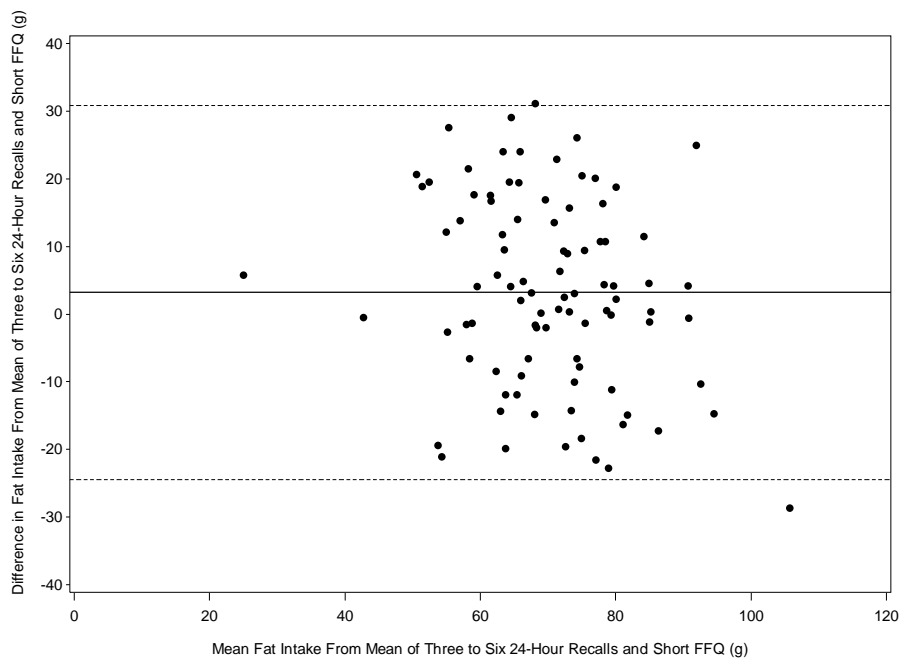


Figure 35 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en lipides obtenus *via* le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant la population adulte.

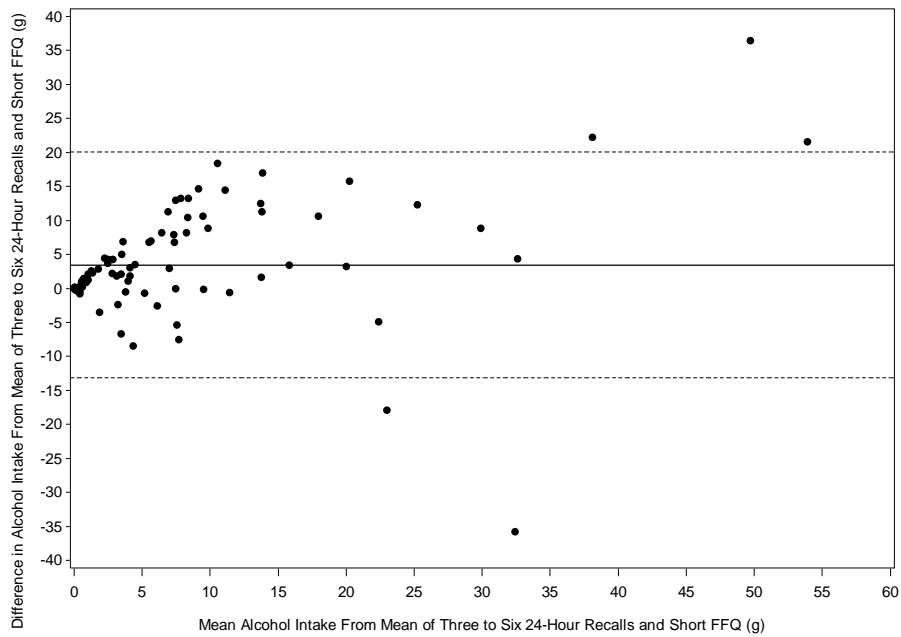


Figure 36 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports nutritionnels en alcool obtenus *via* le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant la population adulte.

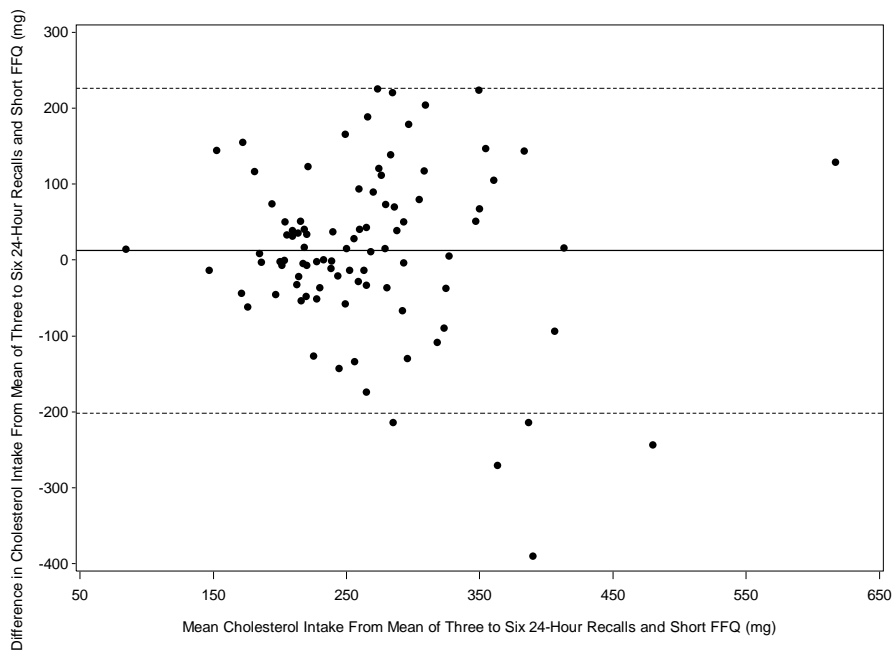


Figure 37 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en cholestérol obtenus *via* le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant la population adulte.

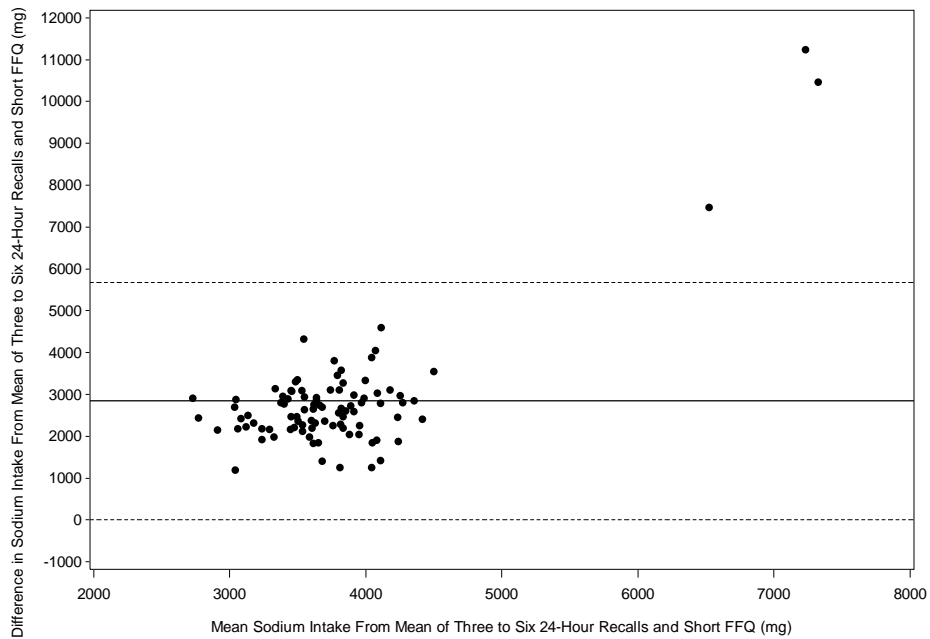


Figure 38 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en sodium obtenus *via* le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant la population adulte.

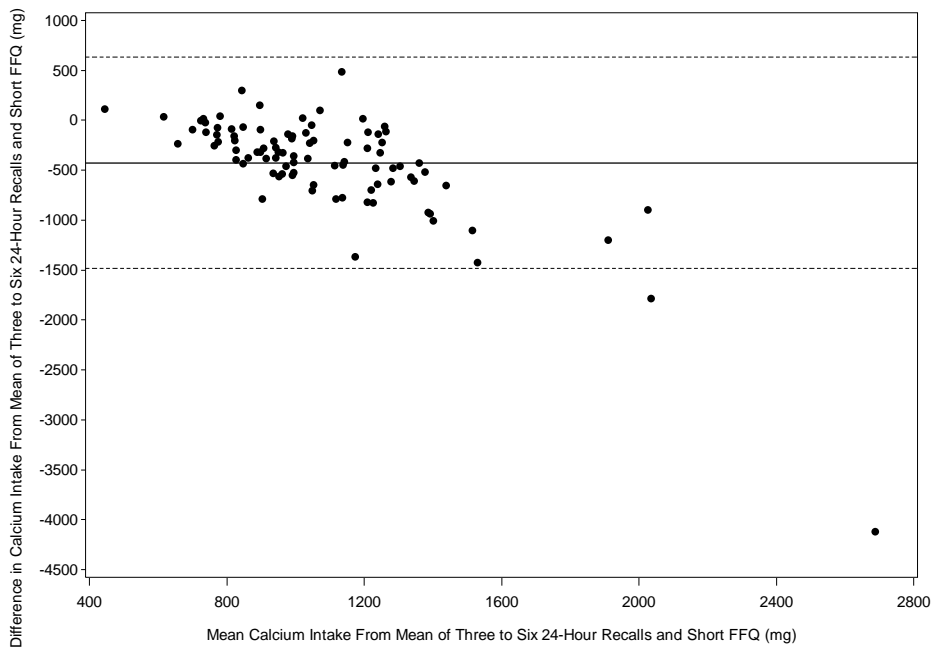


Figure 39 : Graphe de Bland-Altman comparant les apports en calcium obtenus *via* le FFQ2 et la moyenne des 6 rappels de 24h, dans l'étude de validation concernant la population adulte.

Annexe 5 : Tableaux

Tableau 17 : Caractéristiques de l'alimentation des femmes issues de la population d'étude, en fonction de leur consommation en fruits et légumes, en 1993 (N= 58 193).

	Ensemble de la population d'étude						
	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^a	Femmes ayant une consommation supérieure ou égale au ratio de référence ^a	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^b	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^a	Femmes ayant une consommation supérieure ou égale au ratio de référence ^a	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^b	Femmes ayant une consommation inférieure au ratio de référence ^b
	Fruits et Légumes		Fruits		Légumes		
	N=58 193	N=14 972	N=43 221	N=19 007	N=39 186	N=17 685	N=40 508
<i>Moyenne (ET)</i>	Groupes alimentaires (g/j)						
<i>ou %</i>							
Fruits	255,8 (167,8)	131,2 (87,6)	298,9 (167,4)	119,8 (71,3)	321,8 (161,3)	221,7 (160,0)	270,7 (169,0)
Légumes cuits	173,8 (103,0)	109,6 (62,3)	196,1 (105,0)	154,9 (95,5)	183,0 (105,2)	92,6 (48,7)	209,3 (100,3)
Céréales	4,5 (12,8)	3,2 (11,0)	4,9 (13,3)	3,5 (11,5)	5,0 (13,3)	3,7 (11,7)	4,8 (13,2)
Frites	8,1 (10,6)	12,1 (13,0)	6,8 (9,2)	10,4 (12,2)	7,0 (9,5)	11,7 (13,1)	6,5 (8,8)
Pizzas	20,6 (21,7)	25,9 (25,1)	18,7 (20,1)	23,8 (24,1)	19,0 (20,2)	24,7 (24,2)	18,7 (20,2)
Sandwichs	9,1 (19,1)	15,1 (26,1)	7,1 (15,4)	12,4 (23,3)	7,6 (16,5)	14,6 (25,4)	6,8 (14,9)
Charcuterie	13,5 (14,2)	19,0 (16,9)	11,6 (12,7)	16,9 (16,2)	11,8 (12,9)	18,1 (16,4)	11,5 (12,7)
Viande	57,8 (33,6)	62,9 (35,0)	56,0 (32,9)	62,5 (35,3)	55,4 (32,5)	59,7 (34,1)	56,9 (33,3)
Volaille	24,6 (15,6)	25,4 (15,5)	24,4 (15,6)	25,8 (15,9)	24,1 (15,4)	24,3 (15,1)	24,8 (15,8)
Poisson	28,5 (21,7)	24,9 (18,6)	29,8 (22,5)	26,7 (20,3)	29,4 (22,2)	24,6 (18,5)	30,2 (22,7)
Beurre	6,5 (7,6)	8,6 (9,4)	5,7 (6,7)	7,8 (8,8)	5,8 (6,9)	8,2 (9,1)	5,7 (6,7)
Huile d'olive	4,8 (5,6)	3,0 (3,9)	5,4 (6,0)	4,0 (5,1)	5,1 (5,8)	2,9 (3,6)	5,6 (6,1)
Vin	92,9 (127,2)	126,8 (158,7)	81,2 (111,9)	117,1 (150,9)	81,2 (112,1)	116,7 (149,1)	82,5 (114,9)
Café	287,0 (263,5)	310,3 (274,9)	279,0 (258,9)	310,6 (275,5)	275,6 (256,6)	296,0 (264,6)	283,1 (262,9)
Thé	189,1 (282,5)	162,3 (264,6)	198,4 (287,9)	172,9 (274,7)	197,0 (285,9)	165,7 (263,5)	199,4 (289,9)

Suite page suivante

Ensemble de la population d'étude	Femmes ayant	Femmes ayant	Femmes ayant	Femmes ayant	Femmes ayant	Femmes ayant	
	une	une	une	une	une	une	
	consommation	consommation	consommation	consommation	consommation	consommation	
	inférieure au ratio de référence ^a	supérieure ou égale au ratio de référence ^a	inférieure au ratio de référence ^b	inférieure au ratio de référence ^a	supérieure ou égale au ratio de référence ^a	inférieure au ratio de référence ^b	
	Fruits et Légumes		Fruits		Légumes		
<i>N=58 193</i>	<i>N=14 972</i>	<i>N=43 221</i>	<i>N=19 007</i>	<i>N=39 186</i>	<i>N=17 685</i>	<i>N=40 508</i>	
Nutriments (g/l)							
AET (Kcal/j)	2211,1 (550,8)	2417,1 (585,6)	2139,7 (519,4)	2310,7 (577,0)	2162,8 (530,9)	2410,4 (590,2)	2124,0 (508,7)
Glucides	235,0 (70,7)	250,6 (75,0)	229,6 (68,4)	234,5 (73,7)	235,2 (69,3)	259,8 (74,5)	224,2 (66,2)
Lipides	89,0 (26,6)	98,5 (29,2)	85,7 (24,7)	95,8 (28,4)	85,6 (25,0)	95,5 (29,2)	86,1 (24,8)
Protéines	97,5 (24,7)	104,0 (25,8)	95,3 (23,9)	101,9 (25,6)	95,4 (23,9)	102,1 (25,9)	95,5 (23,8)
Fibres	25,0 (7,7)	22,1 (7,2)	26,0 (7,7)	22,7 (7,2)	26,2 (7,7)	23,1 (7,5)	25,9 (7,7)
Alcool	11,5 (13,7)	16,0 (17,1)	9,9 (11,9)	14,6 (16,2)	9,9 (11,9)	14,7 (16,2)	10,1 (12,2)
Score d'adhésion aux recommandations du PNNS							
Score (variable continue)	9,1 (2,2)	7,5 (2,0)	9,6 (1,9)	8,1 (2,1)	9,5 (2,0)	7,8 (2,2)	9,6 (1,9)
Score (variable catégorielle)							
Score <8,38	33,0%	64,7%	22,0%	51,9%	23,8%	58,0%	22,1%
8,38 ≤ Score <10,13	33,0%	28,0%	34,7%	32,8%	33,1%	29,6%	34,5%
Score ≥ 10,13	34,0%	7,3%	43,3%	15,3%	43,1%	12,4%	43,4%

ET, Ecart-Type ; IMC, Indice de Masse Corporelle ; MET-h, équivalent métabolique pour une heure (*Metabolic Equivalent Task*).

^a Le ratio utilisé est le suivant : "400g de fruits et légumes/1800 kcal = 0,22 g/kcal".

^b Le ratio utilisé est le suivant : "200g de fruits/1800 Kcal = 0,11 g/kcal".

^c Le ratio utilisé est le suivant : "200g de légumes/1800 Kcal = 0,11 g/kcal".

ANNEXE 5 : Tableaux

Tableau 18 : Facteurs socio-économiques individuels associés à une augmentation de la consommation des principaux types de fruits consommés dans la population d'étude, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).

	Augmentation du ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005				
	Fruits les plus consommés (consommation moyenne en 1993 en grammes±ET)				
	Pamplemousse (19,8±18,0) N=28 024	Pommes (26,8±20,5) N=34 383	Poires (18,2±14,8) N=32 766	Pêches, nectarines (28,0±20,0) N=33 088	Raisin (18,1±14,5) N=31 391
	OR ^a (IC 95%)				
Niveau d'éducation					
<i>[Réf=< Baccalauréat]</i>					
Moins de 2 années d'études universitaires	1,10 [1,02-1,18]	1,06 [0,99-1,14]	1,09 [1,01-1,17]	1,11 [1,03-1,20]	1,03 [0,96-1,11]
Au moins 2 années d'études universitaires	1,16 [1,08-1,25]	1,08 [1,00-1,17]	1,09 [1,01-1,18]	1,09 [1,01-1,18]	1,02 [0,95-1,11]
En activité professionnelle					
<i>[Réf=Non]</i>					
Oui	1,14 [1,07-1,22]	1,05 [0,98-1,12]	1,14 [1,07-1,22]	1,05 [0,98-1,12]	1,09 [1,02-1,17]
Revenus* (€/an)					
<i>[Réf=< 16 963]</i>					
16 963 -17 713	1,05 [0,98-1,13]	1,07 [0,99-1,15]	1,01 [0,94-1,09]	0,98 [0,91-1,05]	1,01 [0,94-1,09]
17 713 - 24 156	1,09 [1,01-1,17]	1,06 [0,98-1,15]	1,03 [0,96-1,11]	1,01 [0,93-1,09]	1,03 [0,96-1,11]
≥ 24 156	1,05 [0,98-1,13]	0,99 [0,92-1,07]	0,96 [0,89-1,03]	0,95 [0,88-1,03]	0,99 [0,92-1,07]
Nombre d'enfants					
<i>[Réf=0]</i>					
1	1,06 [0,99-1,14]	1,03 [0,96-1,11]	1,05 [0,98-1,13]	1,12 [1,05-1,21]	1,08 [1,00-1,15]
2	1,12 [1,05-1,19]	1,05 [0,98-1,12]	1,07 [1,01-1,14]	1,08 [1,02-1,15]	1,10 [1,04-1,17]
≥ 3	1,12 [1,05-1,19]	0,96 [0,90-1,02]	1,03 [0,96-1,09]	1,03 [0,96-1,10]	1,07 [1,01-1,14]
Statut marital					
<i>[Réf= Célibataire]</i>					
En couple	1,05 [1,00-1,11]	1,04 [0,98-1,09]	1,12 [1,06-1,17]	1,09 [1,03-1,15]	1,09 [1,03-1,14]

AET, Apport Énergétique Total, OR, *odds ratio* ; IC, Intervalle de confiance.

^a Un *odds ratio* supérieur à 1 correspond à une plus forte probabilité d'augmenter le ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005.

Les modèles sont multi-ajustés et ajustés sur les caractéristiques individuelles, les facteurs socio-économiques contextuels, l'évolution de l'AET entre 1993 et 2005 et la consommation du groupe alimentaire considéré en 1993.

* L'information sur les revenus était disponible pour 50 771 femmes.

Tableau 19 : Facteurs socio-économiques individuels associés à une augmentation de la consommation des principaux types de légumes cuits consommés dans la population d'étude, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).

Augmentation du ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005					
Légumes cuits les plus consommés (consommation moyenne en 1993 en grammes±ET)					
	Haricots verts (19,7±13,1) N=26 795	Courgettes (15,2±11,4) N=30 564	Carottes (14,7±10,7) N=28 294	Tomates (13,3±9,8) N=26 388	Endives (13,0±10,4) N=28 702
	OR ^a (IC 95%)				
Niveau d'éducation					
<i>[Réf=< Baccaauréat]</i>					
Moins de 2 années d'études universitaires	1,10 [1,02-1,19]	1,20 [1,11-1,29]	1,15 [1,06-1,24]	1,12 [1,04-1,21]	1,13 [1,05-1,22]
Au moins 2 années d'études universitaires	1,09 [1,01-1,19]	1,27 [1,17-1,37]	1,15 [1,06-1,25]	1,14 [1,05-1,23]	1,10 [1,02-1,19]
En activité professionnelle					
<i>[Réf=Non]</i>					
Oui	1,13 [1,05-1,21]	1,13 [1,05-1,21]	1,07 [1,00-1,15]	1,13 [1,05-1,20]	0,99 [0,93-1,06]
Revenus (€/an)					
<i>[Réf=< 16 963]</i>					
16 963 -17 713	1,06 [0,98-1,15]	1,06 [0,98-1,14]	1,06 [0,98-1,14]	1,10 [1,02-1,18]	0,96 [0,89-1,03]
17 713 - 24 156	1,07 [0,99-1,16]	1,10 [1,01-1,19]	1,07 [0,99-1,16]	1,13 [1,05-1,22]	0,99 [0,92-1,07]
≥ 24 156	1,04 [0,96-1,12]	1,04 [0,96-1,13]	1,03 [0,95-1,12]	1,07 [0,99-1,15]	0,99 [0,91-1,06]
Nombre d'enfants					
<i>[Réf=0]</i>					
1	1,01 [0,94-1,08]	1,13 [1,05-1,21]	1,00 [0,93-1,08]	1,08 [1,01-1,16]	0,99 [0,93-1,07]
2	1,02 [0,96-1,09]	1,18 [1,10-1,25]	1,02 [0,96-1,09]	1,10 [1,04-1,18]	0,98 [0,92-1,05]
≥ 3	1,12 [1,04-1,20]	1,26 [1,18-1,35]	1,12 [1,05-1,20]	1,19 [1,11-1,27]	0,99 [0,93-1,06]
Statut marital					
<i>[Réf= Célibataire]</i>					
En couple	0,97 [0,92-1,03]	0,92 [0,87-0,97]	1,02 [0,97-1,08]	1,03 [0,98-1,09]	1,02 [0,97-1,08]

AET, Apport Énergétique Total, OR, *odds ratio* ; IC, Intervalle de confiance.

^a Un *odds ratio* supérieur à 1 correspond à une plus forte probabilité d'augmenter le ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005.

Les modèles sont multi-ajustés et ajustés sur les caractéristiques individuelles, les facteurs socio-économiques contextuels, l'évolution de l'AET entre 1993 et 2005 et la consommation du groupe alimentaire considéré en 1993.

* L'information sur les revenus était disponible pour 50 771 femmes.

ANNEXE 5 : Tableaux

Tableau 20 : Facteurs socio-économiques individuels associés à une augmentation de la consommation des principaux types de légumes crus consommés dans la population d'étude, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).

Augmentation du ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005					
Légumes crus les plus consommés (consommation moyenne en 1993 en grammes±ET)					
Tomates (9,9±7,5) N=23 518	carottes (6,7±5,7) N=24 427	Endives (6,5±5,5) N=23 882	Concombres (5,9±5,8) N=21 305	Radis (5,5±4,8) N=23 951	
OR ^a (IC 95%)					
Niveau d'éducation					
<i>[Réf=< Baccaauréat]</i>					
Moins de 2 années d'études universitaires	1,06 [0,98-1,14]	1,05 [0,98-1,14]	1,03 [0,96-1,11]	0,96 [0,89-1,03]	1,12 [1,04-1,20]
Au moins 2 années d'études universitaires	1,08 [1,00-1,17]	1,06 [0,98-1,15]	1,00 [0,92-1,08]	0,95 [0,88-1,03]	1,09 [1,01-1,18]
En activité professionnelle					
<i>[Réf=Non]</i>					
Oui	1,14 [1,06-1,22]	1,10 [1,03-1,18]	1,13 [1,06-1,21]	1,18 [1,10-1,26]	1,14 [1,07-1,22]
Revenus (€/an)					
<i>[Réf=< 16963]</i>					
16 963 -17 713	1,02 [0,94-1,10]	1,01 [0,94-1,09]	1,04 [0,97-1,12]	1,09 [1,02-1,18]	1,00 [0,93-1,08]
17 713 - 24 156	0,99 [0,91-1,07]	1,00 [0,93-1,08]	1,05 [0,97-1,14]	1,08 [1,00-1,17]	0,98 [0,91-1,06]
≥ 24 156	0,99 [0,92-1,07]	0,97 [0,90-1,05]	1,04 [0,96-1,12]	1,08 [1,00-1,16]	0,96 [0,89-1,03]
Nombre d'enfants					
<i>[Réf=0]</i>					
1	1,12 [1,04-1,21]	1,17 [1,09-1,26]	1,13 [1,05-1,22]	1,12 [1,05-1,21]	1,06 [0,98-1,13]
2	1,11 [1,04-1,18]	1,13 [1,06-1,21]	1,12 [1,05-1,19]	1,19 [1,12-1,27]	1,11 [1,04-1,18]
>=3	1,13 [1,05-1,21]	1,17 [1,10-1,25]	1,14 [1,07-1,22]	1,31 [1,23-1,40]	1,15 [1,08-1,23]
Statut marital					
<i>[Réf= Célibataire]</i>					
En couple	1,08 [1,02-1,14]	1,10 [1,04-1,16]	1,08 [1,03-1,14]	1,06 [1,01-1,12]	1,14 [1,08-1,20]

AET, Apport Énergétique Total, OR, *odds ratio* ; IC, Intervalle de confiance.

^a Un *odds ratio* supérieur à 1 correspond à une plus forte probabilité d'augmenter le ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005.

Les modèles sont multi-ajustés et ajustés sur les caractéristiques individuelles, les facteurs socio-économiques contextuels, l'évolution de l'AET entre 1993 et 2005 et la consommation du groupe alimentaire considéré en 1993.

* L'information sur les revenus était disponible pour 50 771 femmes.

Tableau 21 : Facteurs socio-économiques contextuels associés à une augmentation de la consommation des principaux types de fruits consommés dans la population d'étude, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).

Augmentation du ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005					
Fruits les plus consommés (consommation moyenne en 1993 en grammes±ET)					
Pamplemousse (19,8±18,0) N=28 024	Pommes (26,8±20,5) N=34 383	Poires (18,2±14,8) N=32 766	Pêches, nectarines (28,0±20,0) N=33 088	Raisin (18,1±14,5) N=31 391	
OR ^a (IC 95%)					
Région de naissance					
<i>[Réf=Sud]</i>					
Ouest	1,02 [0,94-1,10]	1,03 [0,95-1,11]	1,01 [0,93-1,09]	0,97 [0,90-1,05]	0,92 [0,86-1,00]
Nord	1,05 [0,98-1,13]	0,95 [0,88-1,02]	1,05 [0,97-1,13]	0,91 [0,85-0,99]	0,94 [0,87-1,01]
Est	1,06 [0,99-1,14]	1,02 [0,95-1,10]	0,98 [0,91-1,05]	0,98 [0,91-1,05]	0,98 [0,92-1,05]
Centre	1,05 [0,97-1,13]	1,02 [0,94-1,11]	1,05 [0,97-1,13]	1,05 [0,97-1,14]	0,96 [0,89-1,04]
IDF	1,00 [0,94-1,06]	0,91 [0,85-0,97]	1,00 [0,94-1,06]	0,97 [0,91-1,04]	0,95 [0,89-1,01]
DOM-TOM	1,12 [0,81-1,54]	0,73 [0,52-1,02]	0,73 [0,53-1,02]	0,67 [0,48-0,93]	0,90 [0,65-1,25]
Etranger	0,99 [0,92-1,07]	0,86 [0,80-0,93]	0,94 [0,87-1,01]	0,89 [0,83-0,96]	0,98 [0,91-1,06]
Région de résidence					
<i>[Réf=Sud]</i>					
Ouest	1,20 [1,11-1,29]	1,07 [0,99-1,15]	1,02 [0,95-1,10]	1,00 [0,93-1,08]	1,00 [0,93-1,08]
Nord	1,10 [1,02-1,18]	1,06 [0,98-1,14]	1,07 [1,00-1,16]	1,01 [0,94-1,09]	1,00 [0,93-1,08]
Est	1,07 [1,00-1,15]	1,03 [0,96-1,11]	0,94 [0,88-1,01]	0,95 [0,88-1,02]	0,99 [0,93-1,07]
Centre	1,14 [1,05-1,23]	1,15 [1,06-1,25]	1,08 [1,00-1,17]	1,00 [0,93-1,09]	0,99 [0,91-1,07]
IDF	1,04 [0,98-1,10]	0,99 [0,93-1,06]	0,98 [0,92-1,04]	0,97 [0,91-1,03]	0,94 [0,89-1,00]
Taille de l'agglomération de résidence					
<i>[Réf= Rurale (<2 000 habitants)]</i>					
Quasi-rurale (2 000 à 9 999 habitants)	1,04 [0,98-1,09]	0,96 [0,91-1,02]	1,04 [0,98-1,09]	1,05 [0,99-1,11]	1,01 [0,96-1,07]
Quasi-urbaine (10 000 à 99 999 habitants)	1,06 [1,00-1,11]	0,99 [0,93-1,04]	1,06 [1,00-1,12]	1,08 [1,03-1,15]	1,04 [0,98-1,09]
Urbaine (≥ 10 0000 habitants)	1,06 [1,00-1,13]	0,98 [0,92-1,05]	1,13 [1,06-1,21]	1,05 [0,98-1,12]	1,02 [0,96-1,09]

Suite page suivante

ANNEXE 5 : Tableaux

Augmentation du ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005					
Fruits les plus consommés					
(consommation moyenne en 1993 en grammes±ET)					
Pamplemousse	Pommes	Poires	Pêches, nectarines	Raisin	
(19,8±18,0)	(26,8±20,5)	(18,2±14,8)	(28,0±20,0)	(18,1±14,5)	
N=28 024	N=34 383	N=32 766	N=33 088	N=31 391	
OR ^a (IC 95%)					
Indice de défaveur sociale- FDep99					
<i>Réf=[< -0.51 -Défaveur la moins importante]</i>					
0,51 – 0,21	0,96 [0,92-1,00]	0,96 [0,91-1,01]	0,96 [0,91-1,00]	0,96 [0,92-1,01]	0,98 [0,93-1,02]
≥ 0,21	0,91 [0,87-0,96]	0,97 [0,92-1,02]	0,99 [0,94-1,04]	0,97 [0,92-1,02]	0,98 [0,93-1,03]
Taille de l'agglomération de travail*					
<i>[Réf=≤ 10 000 habitants]</i>					
> 10 000 habitants	0,97 [0,92-1,03]	0,97 [0,91-1,03]	0,93 [0,88-0,99]	0,94 [0,89-1,00]	0,95 [0,90-1,00]

AET, Apport Énergétique Total, OR, *odds ratio* ; IC, Intervalle de confiance.

^a Un *odds ratio* supérieur à 1 correspond à une plus forte probabilité d'augmenter le ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005.

Les modèles sont multi-ajustés et ajustés sur les caractéristiques individuelles, les facteurs socio-économiques individuels, l'évolution de l'AET entre 1993 et 2005 et la consommation du groupe alimentaire considéré en 1993.

*En ce qui concerne la taille de l'agglomération, des données étaient disponible pour 33 453 femmes.

Tableau 22 : Facteurs socio-économiques contextuels associés à une augmentation de la consommation des principaux types de légumes cuits consommés dans la population d'étude, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).

Augmentation du ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005					
Légumes cuits les plus consommés (consommation moyenne en 1993 en grammes±ET)					
Haricots verts	Courgettes	Carottes	Tomates	Endives	
(19,7±13,1)	(15,2±11,4)	(14,7±10,7)	(13,3±9,8)	(13,0±10,4)	
N=26 795	N=30 564	N=28 294	N=26 388	N=28 702	
OR ^a (IC 95%)					
Région de naissance					
<i>[Réf=Sud]</i>					
Ouest	0,96 [0,88-1,04]	0,81 [0,75-0,88]	0,93 [0,86-1,01]	0,87 [0,81-0,94]	0,79 [0,73-0,85]
Nord	0,92 [0,85-0,99]	0,85 [0,78-0,91]	0,96 [0,89-1,03]	0,87 [0,81-0,94]	0,95 [0,88-1,02]
Est	0,97 [0,90-1,04]	0,91 [0,84-0,97]	1,00 [0,93-1,07]	0,85 [0,79-0,92]	0,87 [0,81-0,93]
Centre	0,96 [0,88-1,04]	0,94 [0,87-1,02]	0,98 [0,90-1,06]	0,95 [0,88-1,03]	0,94 [0,87-1,02]
IDF	0,94 [0,88-1,00]	0,88 [0,83-0,94]	0,92 [0,86-0,98]	0,87 [0,82-0,93]	0,87 [0,82-0,93]
DOM-TOM	0,86 [0,61-1,22]	0,90 [0,64-1,27]	0,80 [0,57-1,12]	0,88 [0,63-1,24]	0,78 [0,56-1,09]
Etranger	0,90 [0,84-0,98]	1,04 [0,96-1,12]	0,94 [0,87-1,01]	0,90 [0,83-0,97]	0,83 [0,77-0,90]
Région de résidence					
<i>[Réf=Sud]</i>					
Ouest	0,96 [0,89-1,04]	0,95 [0,88-1,03]	1,00 [0,93-1,08]	1,02 [0,94-1,10]	0,99 [0,92-1,07]
Nord	0,95 [0,88-1,03]	0,89 [0,82-0,96]	1,03 [0,95-1,11]	0,90 [0,83-0,97]	1,05 [0,98-1,14]
Est	0,91 [0,85-0,98]	0,89 [0,83-0,96]	1,01 [0,94-1,08]	0,87 [0,81-0,93]	0,92 [0,85-0,99]
Centre	0,86 [0,80-0,94]	0,79 [0,73-0,86]	0,98 [0,91-1,07]	0,91 [0,84-0,99]	0,96 [0,89-1,04]
IDF	0,99 [0,93-1,06]	0,93 [0,87-0,99]	0,99 [0,93-1,06]	0,90 [0,84-0,96]	0,99 [0,93-1,05]
Taille de l'agglomération de résidence					
<i>[Réf= Rurale (<2 000 habitants)]</i>					
Quasi-rurale (2 000 à 9 999 habitants)	1,00 [0,94-1,06]	1,01 [0,95-1,07]	1,06 [1,00-1,12]	0,99 [0,94-1,05]	1,08 [1,02-1,14]
Quasi-urbaine (10 000 à 99 999 habitants)	1,01 [0,95-1,07]	1,02 [0,96-1,08]	1,04 [0,99-1,10]	0,98 [0,92-1,03]	1,06 [1,00-1,12]
Urbaine (≥ 10 0000 habitants)	1,02 [0,95-1,09]	1,01 [0,95-1,08]	1,04 [0,98-1,11]	0,96 [0,90-1,03]	1,07 [1,00-1,14]

Suite page suivante

ANNEXE 5 : Tableaux

Augmentation du ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005					
Légumes cuits les plus consommés (consommation moyenne en 1993 en grammes±ET)					
Haricots verts	Courgettes	Carottes	Tomates	Endives	
(19,7±13,1)	(15,2±11,4)	(14,7±10,7)	(13,3±9,8)	(13,0±10,4)	
N=26 795	N=30 564	N=28 294	N=26 388	N=28 702	
OR ^a (IC 95%)					
Indice de défaveur sociale- FDep99					
Réf=[< -0.51 -Défaveur la moins importante]					
0,51 - 0,21	1,01 [0,96-1,06]	1,01 [0,96-1,06]	1,01 [0,96-1,06]	0,99 [0,94-1,04]	0,98 [0,94-1,03]
≥ 0,21	0,98 [0,93-1,03]	0,98 [0,93-1,03]	0,99 [0,94-1,04]	1,00 [0,95-1,05]	0,97 [0,92-1,02]
Taille de l'agglomération de travail*					
[Réf=≤ 10000 habitants]					
> 10 000 habitants	0,97 [0,92-1,03]	0,96 [0,90-1,01]	0,95 [0,90-1,01]	0,99 [0,94-1,05]	0,97 [0,92-1,03]

AET, Apport Énergétique Total, OR, *odds ratio* ; IC, Intervalle de confiance.

^a Un *odds ratio* supérieur à 1 correspond à une plus forte probabilité d'augmenter le ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005.

Les modèles sont multi-ajustés et ajustés sur les caractéristiques individuelles, les facteurs socio-économiques individuels, l'évolution de l'AET entre 1993 et 2005 et la consommation du groupe alimentaire considéré en 1993.

*En ce qui concerne la taille de l'agglomération, des données étaient disponible pour 33 453 femmes.

Tableau 23 : Facteurs socio-économiques contextuels associés à une augmentation de la consommation des principaux types de légumes crus consommés dans la population d'étude, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).

Augmentation du ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005					
Légumes crus les plus consommés (consommation moyenne en 1993 en grammes±ET)					
Tomates (9,9±7,5) N=23 518	Carottes (6,7±5,7) N=24 427	Endives (6,5±5,5) N=23 882	Concombres (5,9±5,8) N=21 305	Radis (5,5±4,8) N=23 951	
OR ^a (IC 95%)					
Région de naissance					
<i>[Réf=Sud]</i>					
Ouest	1,12 [1,03-1,21]	1,21 [1,12-1,31]	0,99 [0,92-1,08]	1,24 [1,15-1,34]	1,04 [0,96-1,12]
Nord	1,06 [0,98-1,14]	1,12 [1,04-1,21]	1,00 [0,92-1,08]	1,18 [1,10-1,27]	0,99 [0,92-1,07]
Est	1,04 [0,96-1,12]	1,09 [1,01-1,17]	0,96 [0,89-1,03]	1,30 [1,21-1,40]	1,05 [0,98-1,12]
Centre	1,07 [0,98-1,16]	1,17 [1,08-1,26]	1,03 [0,95-1,11]	1,11 [1,02-1,20]	1,05 [0,97-1,13]
IDF	1,13 [1,06-1,21]	1,20 [1,13-1,28]	1,06 [0,99-1,13]	1,34 [1,26-1,43]	1,09 [1,03-1,17]
DOM-TOM	1,11 [0,79-1,57]	1,36 [0,97-1,90]	0,84 [0,59-1,18]	1,28 [0,92-1,78]	0,89 [0,64-1,25]
Etranger	1,17 [1,08-1,26]	1,19 [1,10-1,28]	1,06 [0,98-1,14]	1,37 [1,27-1,48]	1,08 [1,00-1,17]
Région de résidence					
<i>[Réf=Sud]</i>					
Ouest	1,04 [0,96-1,12]	1,17 [1,08-1,26]	1,01 [0,94-1,10]	1,15 [1,06-1,24]	1,13 [1,05-1,22]
Nord	0,93 [0,86-1,00]	1,03 [0,95-1,11]	0,94 [0,87-1,01]	1,10 [1,02-1,19]	0,98 [0,90-1,05]
Est	0,93 [0,86-1,00]	1,10 [1,03-1,19]	0,96 [0,90-1,04]	1,07 [0,99-1,15]	1,01 [0,94-1,08]
Centre	1,01 [0,93-1,09]	1,03 [0,95-1,12]	1,02 [0,94-1,10]	1,07 [0,98-1,16]	1,06 [0,97-1,14]
IDF	0,96 [0,90-1,03]	1,03 [0,97-1,10]	0,99 [0,93-1,05]	1,14 [1,07-1,21]	0,96 [0,90-1,02]
Taille de l'agglomération de résidence					
<i>[Réf= Rurale (<2 000 habitants)]</i>					
Quasi-rurale (2 000 à 9 999 habitants)	0,98 [0,93-1,04]	0,99 [0,94-1,05]	0,98 [0,93-1,04]	0,96 [0,91-1,01]	1,00 [0,94-1,05]
Quasi-urbaine (10 000 à 99 999 habitants)	1,01 [0,96-1,07]	0,98 [0,93-1,04]	1,00 [0,95-1,06]	0,93 [0,88-0,99]	1,03 [0,98-1,09]
Urbaine (≥ 10 0000 habitants)	1,01 [0,95-1,08]	0,97 [0,91-1,04]	1,00 [0,93-1,06]	0,95 [0,89-1,02]	0,98 [0,92-1,05]

Suite page suivante

ANNEXE 5 : Tableaux

Augmentation du ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005					
Légumes crus les plus consommés (consommation moyenne en 1993 en grammes±ET)					
Tomates (9,9±7,5) N=23 518	Carottes (6,7±5,7) N=24 427	Endives (6,5±5,5) N=23 882	Concombres (5,9±5,8) N=21 305	Radis (5,5±4,8) N=23 951	
OR ^a (IC 95%)					
Indice de défaveur sociale- FDep99					
<i>Réf=[< -0.51 -Défaveur la moins importante]</i>					
0,51 – 0,21	1,01 [0,96-1,06]	1,01 [0,96-1,06]	1,01 [0,96-1,06]	0,99 [0,94-1,04]	0,98 [0,94-1,03]
≥ 0,21	0,98 [0,93-1,03]	0,98 [0,93-1,03]	0,99 [0,94-1,04]	1,00 [0,95-1,05]	0,97 [0,92-1,02]
Taille de l'agglomération de travail*					
<i>[Réf=≤ 10 000 habitants]</i>					
> 10 000 habitants	0,97 [0,92-1,03]	0,96 [0,90-1,01]	0,95 [0,90-1,01]	0,99 [0,94-1,05]	0,97 [0,92-1,03]

AET, Apport Énergétique Total, OR, odds ratio ; IC, Intervalle de confiance.

^a Un *odds ratio* supérieur à 1 correspond à une plus forte probabilité d'augmenter le ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005. Les modèles sont multi-ajustés et ajustés sur les caractéristiques individuelles, les facteurs socio-économiques individuels, l'évolution de l'AET entre 1993 et 2005 et la consommation du groupe alimentaire considéré en 1993.

*En ce qui concerne la taille de l'agglomération, des données étaient disponible pour 33 453 femmes.

Tableau 24 : Caractéristiques individuelles associées à une augmentation de la consommation de fruits et légumes entre 1993 et 2005 (N=58 193*).

	Augmentation du ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005					
	Fruits et légumes		Fruits		Légumes	
	N (%)	OR ^a (IC 95%)	N (%)	OR ^a (IC 95%)	N (%)	OR ^a (IC 95%)
	N=37 333		N=37 304		N=32 993	
Âge en 1993 (années)						
≤ 47,1	10234 (70,4)	REF	9893 (68,0)	REF	9213 (63,3)	REF
47,1 - 51,5	9966 (68,5)	0,98 [0,93-1,04]	9754 (67,0)	1,02 [0,97-1,08]	8905 (61,2)	0,95 [0,90-1,00]
51,5 - 57,2	9080 (62,5)	0,85 [0,80-0,89]	9188 (63,2)	0,96 [0,91-1,02]	7993 (55,0)	0,79 [0,75-0,84]
> 57,2	8053 (55,3)	0,71 [0,67-0,77]	8469 (58,2)	0,86 [0,80-0,92]	6882 (47,3)	0,63 [0,59-0,67]
IMC en 1993 (Kg/m²)						
<18,5	1235 (64,6)	0,88 [0,79-0,97]	1217 (63,7)	0,91 [0,82-1,01]	1113 (58,2)	0,89 [0,80-0,98]
18,5 - 25	29404 (64,8)	REF	29245 (64,5)	REF	25975 (57,3)	REF
25 - 30	5544 (61,0)	0,98 [0,93-1,03]	5670 (62,3)	0,96 [0,91-1,01]	4867 (53,5)	1,05 [1,00-1,10]
≥30	1150 (62,9)	1,08 [0,97-1,20]	1172 (64,1)	1,03 [0,92-1,14]	1038 (56,8)	1,28 [1,15-1,42]
Activité physique en 1993 (MET- h/semaine)						
≤ 23,1	9469 (65,1)	REF	9435 (64,8)	REF	8381 (57,6)	REF
23,1 - 37,9	9510 (65,2)	1,12 [1,06-1,18]	9423 (64,6)	1,08 [1,03-1,14]	8338 (57,2)	1,09 [1,03-1,14]
37,9 - 60,6	9311 (64,2)	1,17 [1,11-1,23]	9347 (64,4)	1,16 [1,10-1,22]	8282 (57,1)	1,15 [1,09-1,21]
> 60,6	9043 (62,2)	1,21 [1,15-1,28]	9099 (62,5)	1,16 [1,10-1,22]	7992 (54,9)	1,18 [1,12-1,24]
Statut tabagique en 1993						
Non fumeuse	20005 (63,5)	REF	20158 (64,0)	REF	17567 (55,8)	REF
Ancienne fumeuse	12491 (64,7)	0,99 [0,95-1,03]	12465 (64,6)	0,97 [0,93-1,01]	11033 (57,2)	1,00 [0,96-1,04]
Fumeuse	4837 (65,2)	0,88 [0,83-0,93]	4681 (63,1)	0,81 [0,76-0,85]	4393 (59,2)	0,96 [0,91-1,02]

AET, Apport Énergétique Total, OR, *odds ratio* ; IC, Intervalle de confiance ; IMC, Indice de Masse Corporelle, MET-h, équivalent métabolique pour une heure (*Metabolic Equivalent Task*).

^a Un *odds ratio* supérieur à 1 correspond à une plus forte probabilité d'augmenter le ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005.

Les modèles sont multi-ajustés et ajustés sur les facteurs socio-économiques individuels, les facteurs socio-économiques contextuels, l'évolution de l'AET entre 1993 et 2005 et la consommation du groupe alimentaire considéré en 1993.

ANNEXE 5 : Tableaux

Tableau 25 : Caractéristiques individuelles associées à une augmentation de la consommation des principaux types de fruits consommés dans la population d'étude, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).

	Augmentation du ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005				
	Fruits les plus consommés (consommation moyenne en 1993 en grammes±ET)				
	Pamplemousse (19,8±18,0)	Pommes (26,8±20,5)	Poires (18,2±14,8)	Pêches, nectarines (28,0±20,0)	Raisin (18,1±14,5)
	N=28 024	N=34 383	N=32 766	N=33 088	N=31 391
	OR ^a (IC 95%)				
Âge (années)					
[Réf=≤ 47,1]					
47.1 - 51.5	0,98 [0,94-1,03]	1,01 [0,96-1,06]	1,03 [0,98-1,08]	1,05 [0,99-1,10]	1,05 [1,00-1,10]
51.5 - 57.2	0,99 [0,94-1,04]	1,03 [0,98-1,09]	1,00 [0,95-1,05]	1,05 [0,99-1,10]	1,04 [0,99-1,10]
> 57.2	0,90 [0,84-0,96]	0,91 [0,85-0,97]	0,88 [0,82-0,94]	0,97 [0,90-1,03]	0,99 [0,93-1,06]
IMC (Kg/m²)					
[Réf=18,5-25]					
<18,5	0,91 [0,82-1,00]	0,93 [0,84-1,03]	0,81 [0,74-0,90]	0,88 [0,80-0,97]	0,88 [0,80-0,97]
25 -30	0,94 [0,90-0,99]	0,99 [0,94-1,04]	1,04 [0,99-1,09]	1,05 [1,00-1,10]	0,95 [0,90-1,00]
≥30	0,94 [0,85-1,04]	0,98 [0,89-1,09]	0,99 [0,90-1,09]	1,06 [0,95-1,17]	0,98 [0,88-1,08]
Activité physique					
(MET-h/semaine)					
[Réf=≤ 23,1]					
23,1 – 37,9	1,07 [1,02-1,12]	1,06 [1,00-1,11]	1,06 [1,01-1,11]	1,07 [1,01-1,12]	1,08 [1,03-1,14]
37,9 – 60,6	1,12 [1,07-1,18]	1,10 [1,04-1,15]	1,06 [1,01-1,12]	1,07 [1,02-1,13]	1,08 [1,03-1,13]
> 60,6	1,18 [1,13-1,24]	1,08 [1,03-1,14]	1,09 [1,03-1,14]	1,08 [1,03-1,14]	1,09 [1,03-1,14]
Statut tabagique					
[Réf= Non fumeuse]					
Ancienne fumeuse	0,96 [0,93-1,00]	0,95 [0,91-0,98]	0,94 [0,90-0,97]	0,96 [0,93-1,00]	1,00 [0,97-1,04]
Fumeuse	0,82 [0,78-0,87]	0,79 [0,75-0,84]	0,80 [0,75-0,84]	0,81 [0,77-0,86]	0,89 [0,84-0,94]

AET, Apport Énergétique Total, OR, *odds ratio* ; IC, Intervalle de confiance; IMC, Indice de Masse Corporelle, MET-h, équivalent métabolique pour une heure (*Metabolic Equivalent Task*).

^a Un *odds ratio* supérieur à 1 correspond à une plus forte probabilité d'augmenter le ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005. Les modèles sont multi-ajustés et ajustés sur les facteurs socio-économiques individuels, les facteurs socio-économiques contextuels, l'évolution de l'AET entre 1993 et 2005 et la consommation du groupe alimentaire considéré en 1993.

Tableau 26 : Caractéristiques individuelles associées à une augmentation de la consommation des principaux types de légumes cuits consommés dans la population d'étude, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).

Augmentation du ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005					
Légumes cuits les plus consommés (consommation moyenne en 1993 en grammes±ET)					
Haricots verts	Courgettes	Carottes	Tomates	Endives	
(19,7±13,1)	(15,2±11,4)	(14,7±10,7)	(13,3±9,8)	(13,0±10,4)	
N=26 795	N=30 564	N=28 294	N=26 388	N=28 702	
OR ^a (IC 95%)					
Âge (années)					
<i>[Réf=≤ 47,1]</i>					
47.1 - 51.5	0,94 [0,89-0,99]	0,91 [0,86-0,96]	0,95 [0,90-1,00]	0,93 [0,89-0,98]	1,02 [0,97-1,07]
51.5 - 57.2	0,83 [0,79-0,87]	0,75 [0,71-0,79]	0,86 [0,82-0,91]	0,78 [0,74-0,83]	0,94 [0,89-0,99]
> 57.2	0,79 [0,74-0,85]	0,62 [0,58-0,66]	0,86 [0,81-0,92]	0,67 [0,63-0,72]	0,83 [0,78-0,89]
IMC (Kg/m²)					
<i>[Réf=18,5-25]</i>					
<18,5	0,90 [0,81-1,00]	0,89 [0,80-0,98]	0,89 [0,80-0,98]	0,86 [0,78-0,95]	0,94 [0,85-1,04]
25 -30	1,13 [1,08-1,19]	1,02 [0,97-1,07]	1,06 [1,01-1,11]	1,12 [1,06-1,17]	1,09 [1,04-1,14]
≥30	1,33 [1,20-1,48]	1,08 [0,97-1,19]	1,10 [0,99-1,22]	1,20 [1,08-1,33]	1,21 [1,09-1,34]
Activité physique					
<i>(MET-h/semaine)</i>					
<i>[Réf=≤ 23,1]</i>					
23,1 - 37,9	1,01 [0,96-1,06]	1,07 [1,02-1,13]	1,04 [0,99-1,09]	1,06 [1,00-1,11]	1,04 [0,99-1,10]
37,9 - 60,6	1,03 [0,98-1,09]	1,12 [1,06-1,17]	1,09 [1,03-1,14]	1,09 [1,04-1,15]	1,10 [1,05-1,16]
> 60,6	1,04 [0,98-1,09]	1,10 [1,05-1,16]	1,08 [1,03-1,14]	1,14 [1,08-1,20]	1,04 [0,99-1,10]
Statut tabagique					
<i>[Réf= Non fumeuse]</i>					
Ancienne fumeuse	0,99 [0,95-1,03]	1,03 [0,99-1,07]	0,99 [0,95-1,03]	0,97 [0,94-1,01]	1,02 [0,98-1,06]
Fumeuse	0,96 [0,91-1,02]	0,96 [0,91-1,02]	0,85 [0,81-0,90]	0,93 [0,88-0,99]	1,00 [0,94-1,05]

AET, Apport Énergétique Total, OR, *odds ratio* ; IC, Intervalle de confiance ; IMC, Indice de Masse Corporelle, MET-h, équivalent métabolique pour une heure (*Metabolic Equivalent Task*).

^a Un *odds ratio* supérieur à 1 correspond à une plus forte probabilité d'augmenter le ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005.

Les modèles sont multi-ajustés et ajustés sur les facteurs socio-économiques individuels, les facteurs socio-économiques contextuels, l'évolution de l'AET entre 1993 et 2005 et la consommation du groupe alimentaire considéré en 1993.

ANNEXE 5 : Tableaux

Tableau 27 : Caractéristiques individuelles associées à une augmentation de la consommation des principaux types de légumes crus consommés dans la population d'étude, entre 1993 et 2005 (N=58 193*).

Augmentation du ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005					
Légumes crus les plus consommés (consommation moyenne en 1993 en grammes±ET)					
Tomates (9,9±7,5)	Carottes (6,7±5,7)	Endives (6,5±5,5)	Concombres (5,9±5,8)	Radis (5,5±4,8)	
N=23 518	N=24 427	N=23 882	N=21 305	N=23 951	
OR ^a (IC 95%)					
Âge (années)					
<i>[Réf=≤ 47,1]</i>					
47.1 - 51.5	0,90 [0,86-0,95]	0,90 [0,85-0,94]	0,94 [0,90-0,99]	0,94 [0,90-0,99]	1,00 [0,95-1,05]
51.5 - 57.2	0,82 [0,78-0,86]	0,88 [0,84-0,93]	0,85 [0,80-0,89]	0,85 [0,80-0,89]	0,93 [0,88-0,98]
> 57.2	0,69 [0,64-0,74]	0,70 [0,66-0,75]	0,67 [0,62-0,71]	0,68 [0,63-0,72]	0,76 [0,71-0,81]
IMC (Kg/m²)					
<i>[Réf=18,5-25]</i>					
<18,5	0,85 [0,77-0,94]	0,89 [0,80-0,98]	0,81 [0,73-0,89]	0,85 [0,77-0,94]	0,77 [0,70-0,85]
25 -30	1,05 [0,99-1,10]	1,02 [0,97-1,07]	1,09 [1,03-1,14]	1,09 [1,04-1,14]	1,09 [1,04-1,15]
≥30	1,26 [1,13-1,39]	1,11 [1,00-1,23]	1,29 [1,16-1,43]	1,25 [1,13-1,38]	1,18 [1,06-1,30]
Activité physique					
<i>(MET-h/semaine)</i>					
<i>[Réf=≤ 23,1]</i>					
23,1 - 37,9	1,04 [0,99-1,10]	1,08 [1,02-1,13]	1,07 [1,02-1,13]	1,05 [1,00-1,10]	1,11 [1,05-1,16]
37,9 - 60,6	1,06 [1,00-1,11]	1,11 [1,06-1,17]	1,12 [1,06-1,17]	1,07 [1,02-1,12]	1,16 [1,11-1,22]
> 60,6	1,09 [1,04-1,15]	1,15 [1,09-1,21]	1,17 [1,11-1,23]	1,14 [1,08-1,19]	1,18 [1,12-1,24]
Statut tabagique					
<i>[Réf= Non fumeuse]</i>					
Ancienne fumeuse	1,02 [0,98-1,06]	1,03 [0,99-1,07]	1,05 [1,01-1,09]	1,11 [1,07-1,15]	1,05 [1,01-1,09]
Fumeuse	1,04 [0,98-1,10]	1,04 [0,98-1,10]	1,06 [1,00-1,12]	1,12 [1,06-1,19]	1,05 [0,99-1,10]

AET, Apport Énergétique Total, OR, *odds ratio* ; IC, Intervalle de confiance ; IMC, Indice de Masse Corporelle, MET-h, équivalent métabolique pour une heure (*Metabolic Equivalent Task*).

^a Un *odds ratio* supérieur à 1 correspond à une plus forte probabilité d'augmenter le ratio « consommation/AET » entre 1993 et 2005.

Les modèles sont multi-ajustés et ajustés sur les facteurs socio-économiques individuels, les facteurs socio-économiques contextuels, l'évolution de l'AET entre 1993 et 2005 et la consommation du groupe alimentaire considéré en 1993.

Tableau 28 : Description des moyennes de consommation de 40 groupes alimentaires évaluées par les rappels de 24h et le FFQ2 (N=127).

	Consommations journalières	
	Rappels de 24h	FFQ2
	Moyennes en grammes (aliments) ou ml (boissons) (ET)	
Pain complet, pain aux céréales, biscottes complètes ou multicéréales (par opposition au pain blanc et à ses dérivés)	20,3 (40,3)	29,9 (53,3)
Pain blanc, biscottes	83,3 (63,4)	93,2 (91,7)
Céréales du petit-déjeuner	0,9 (6,0)	1,5 (6,1)
Pâtes, riz, blé "complets", "bruns" (par opposition aux pâtes et autres aliments "blancs")	2,8 (18,4)	20,0* (35,1)
Pâtes, riz, semoule, blé boulgour, quinoa, tapioca "blancs"	67,8 (58,9)	43,8* (45,9)
Légumineuses (consommées chaudes ou en salade)	7,0 (16,7)	26,9* (44,0)
Frites et tubercules frits	8,3 (12,2)	11,1 (15,7)
Pommes de terre et autres tubercules cuits à l'eau, en purée, en gratin	61,0 (51,9)	52,5 (49,9)
Légumes cuits (y compris mangés en salade comme les poireaux ou consommés sous forme de soupe ou de bouillon)	229,2 (186,9)	107,6* (118,0)
Légumes consommés crus (carottes râpées, tomates, salade, concombres...)	65,8 (45,1)	35,5* (38,4)
Pizzas, lasagnes, quiches, tartes/tourtes, feuilletés/friands, croque-monsieur	14,9 (26,7)	12,2 (21,0)
Sandwichs, panini, burgers, kebab, burritos/fajitas, hot-dog, wrap	2,8 (16,0)	2,1 (7,1)
Viandes panées/poissons panés	3,5 (8,7)	4,8 (12,4)
Saucisses et autres charcuteries	33,7 (27,7)	23,6* (37,3)
Volaille/lapin	32,9 (28,5)	26,3* (36,4)
Viande de boucherie (hors saucisses)	52,2 (37,0)	37,1* (37,4)
Abats	3,4 (8,6)	2,8 (5,2)
Œufs ³	11,6 (14,4)	14,6* (13,2)
Poisson (hors poisson pané)	46,1 (78,2)	16,0* (17,5)
Autres produits de la mer	9,6 (24,1)	3,3* (5,5)

Suite page suivante

ANNEXE 5 : Tableaux

	Consommations journalières	
	Rappels de 24h	FFQ2
	Moyennes en grammes (aliments) ou ml (boissons) (ET)	
Lait	60,6 (98,8)	118,6* (304,4)
Yaourts, fromages blancs, faisselles	71,0 (64,2)	78,6 (74,3)
Entremets, crèmes dessert	11,3 (25,9)	16,7 (31,6)
Fromages	33,0 (21,7)	30,2 (47,1)
Beurre, crème entière	6,3 (7,0)	10,3* (14,8)
Margarine, mayonnaise	3,7 (6,4)	5,0* (9,8)
Huile d'olive	2,5 (3,7)	5,3* (7,0)
Huile de colza, noix, huile de mélange (type Isio4®)	2,0 (3,0)	2,9 (4,7)
Huile de tournesol, d'arachide	1,3 (2,5)	1,9 (4,5)
Chips, snacks salés, biscuits apéritifs	3,0 (6,7)	2,9 (6,7)
Snacks sucrés, barres chocolatées, barres céréalières, chocolat, biscuits/gâteaux sucrés (industriels, "faits maison" ou de boulangerie), viennoiseries"	38,6 (37,1)	21,0* (44,5)
Fruits (hors jus de fruits)	270,1 (157,8)	295,9 (268,7)
Eau	1201,0 (481,9)	982,2* (679,6)
Café	267,9 (192,6)	387,8* (472,7)
Thé et infusion	93,1 (183,9)	124,3* (280,4)
Jus de fruits (frais, pressé, nectar, pur jus,...)	48,1 (79,6)	108,9* (294,4)
Boissons sucrées, gazeuses ou non (colas, limonades, sirops reconstitués,...)	19,9 (64,9)	97,8* (500,9)
Boissons aux édulcorants « light », gazeuses ou non	18,6 (133,7)	72,1 (432,1)
Vin	77,8 (125,7)	90,0 (156,7)
Autres boissons alcoolisées	40,0 (81,7)	2,3* (6,2)

FFQ2, *Food Frequency Questionnaire 2*, Questionnaire de fréquence alimentaire 2 (déployé un an après le début de l'étude de validation et le premier remplissage du questionnaire); ET, Ecart-Type.

*Moyenne significativement différente de celle obtenue *via* les rappels de 24 (tests des rangs signés de Wilcoxon appliqués).

Tableau 29 : Validité du FFQ en termes de groupes alimentaires (N=127).

	Coefficients de corrélation de Spearman	Classification croisée de la distribution des apports alimentaires		
		FFQ2 vs. moyenne des 6 rappels de 24h		
	Bruts ¹	% de sujets classés dans le même tertile ²	% de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent	% de sujets classés dans les quintiles extrêmes
Pain complet, pain aux céréales, biscottes complètes ou multicéréales (par opposition au pain blanc et à ses dérivés) ³	0,15	48	.	.
Pain blanc, biscottes	0,49	51	73	2
Céréales du petit-déjeuner ³	0,65	95	.	.
Pâtes, riz, blé "complets", "bruns" (par opposition aux pâtes et autres aliments "blancs") ³	0,19	50	.	.
Pâtes, riz, semoule, blé boulghour, quinoa, tapioca "blancs"	0,39	47	66	2
Légumineuses (consommées chaudes ou en salade) ³	0,05	24	.	.
Frites et tubercules frits ³	0,17	34	.	.
Pommes de terre et autres tubercules cuits à l'eau, en purée, en gratin	0,22	42	66	6
Légumes cuits (y compris mangés en salade comme les poireaux ou consommés sous forme de soupe ou de bouillon)	0,27	37	61	4
Légumes consommés crus (carottes râpées, tomates, salade, concombres...)	0,42	50	66	3
Pizzas, lasagnes, quiches, tartes/tourtes, feuilletés/friands, croque-monsieur ³	0,24	38	.	.
Sandwichs, panini, burgers, kebab, burritos/fajitas, hot-dog, wrap ³	0,41	86	.	.
Viandes panées/poissons panés ³	0,22	59	.	.
Saucisses et autres charcuteries	0,31	41	65	4
Volaille/lapin	0,24	43	61	5
Viande de boucherie (hors saucisses)	0,31	44	68	3
Abats ³	0,10	62	.	.
Œufs ³	0,27	35	.	.
Poisson (hors poisson pané) ³	0,27	44	.	.
Autres produits de la mer ³	0,20	51	.	.

Suite page suivante

ANNEXE 5 : Tableaux

	Coefficients de corrélation de Spearman		Classification croisée de la distribution des apports alimentaires	
	FFQ2 vs. moyenne des 6 rappels de 24h			
	Bruts	% de sujets classés dans le même tertile ¹	% de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent	% de sujets classés dans les quintiles extrêmes
Lait ³	0,77	65	.	.
Yaourts, fromages blancs, faisselles	0,59	54	79	2
Entremets, crèmes dessert ³	0,39	52	.	.
Fromages	0,43	50	68	3
Beurre, crème entière ³	0,59	49	.	.
Margarine, mayonnaise ³	0,54	62	.	.
Huile d'olive ³	0,52	57	.	.
Huile de colza, noix, huile de mélange (type Isio4®) ³	0,53	50	.	.
Huile de tournesol, d'arachide ³	0,45	61	.	.
Chips, snacks salés, biscuits apéritifs ³	0,35	57	.	.
Snacks sucrés, barres chocolatées, barres céréalières, chocolat, biscuits/gâteaux sucrés (industriels, "faits maison" ou de boulangerie), viennoiseries ³	0,35	48	.	.
Fruits (hors jus de fruits)	0,41	47	69	4
Eau	0,42	54	72	3
Café	0,61	61	76	2
Thé et infusion ³	0,79	74	.	.
Jus de fruits (frais, pressé, nectar, pur jus,...) ³	0,61	61	.	.
Boissons sucrées, gazeuses ou non (colas, limonades, sirops reconstitués,...) ³	0,40	71	.	.
Boissons aux édulcorants « light », gazeuses ou non ³	0,48	89	.	.
Vin ³	0,77	68	.	.
Autres boissons alcoolisées ³	0,47	54	.	.

FFQ2, *Food Frequency Questionnaire 2*, Questionnaire de fréquence alimentaire 2 (déployé un an après le début de l'étude de validation et le premier remplissage du questionnaire).

¹ Les coefficients corrigés pour la variabilité inter- et intra- individuelle et relatifs aux consommations des groupes d'aliments n'ont pas été calculés car les variables de consommations alimentaires ne suivaient pas une distribution normale, même après transformation logarithmique.

² Pour les groupes alimentaires où la proportion de non-consommateurs était supérieure à 20%, les classifications en tertiles et quintiles n'étaient pas réalisées et les participants étaient alors classés en trois classes : classe 1= les non consommateurs, classe 2= les participants ayant une consommation inférieure ou égale à la médiane de consommation chez les consommateurs, classe 3= les participants ayant une consommation supérieure à la médiane de consommation chez les consommateurs.

³ Ces groupes alimentaires ont une large proportion de non consommateurs (> 20%).

Les tests statistiques ont fourni des p-values < 0,05 pour chaque coefficient de corrélation de Pearson, sauf pour ceux caractérisés en gras.

Tableau 30 : Description des moyennes de consommation de 40 groupes alimentaires évaluées par le FFQ1 et le FFQ2 (N=201).

	Consommations journalières	
	FFQ1	FFQ2
	Moyennes en grammes (aliments) ou ml (boissons) (ET)	
Pain complet, pain aux céréales, biscottes complètes ou multicéréales (par opposition au pain blanc et à ses dérivés) ³	33,2 (70,5)	29,4 (50,7)
Pain blanc, biscottes	104,6 (103,5)	86,4* (91,3)
Céréales du petit-déjeuner ³	2,4 (9,2)	2,0 (7,5)
Pâtes, riz, blé "complets", "bruns" (par opposition aux pâtes et autres aliments "blancs") ³	23,9 (48,5)	23,4 (38,6)
Pâtes, riz, semoule, blé boulgour, quinoa, tapioca "blancs"	53,3 (63,4)	49,7 (57,6)
Légumineuses (consommées chaudes ou en salade) ³	33,9 (70,5)	27,5 (50,0)
Frites et tubercules frits ³	12,0 (15,6)	11,1 (15,1)
Pommes de terre et autres tubercules cuits à l'eau, en purée, en gratin	55,5 (58,3)	54,8 (54,2)
Légumes cuits (y compris mangés en salade comme les poireaux ou consommés sous forme de soupe ou de bouillon)	108,9 (120,2)	102,4 (112,5)
Légumes consommés crus (carottes râpées, tomates, salade, concombres...)	40,8 (40,6)	38,1 (45,8)
Pizzas, lasagnes, quiches, tartes/tourtes, feuilletés/friands, croque-monsieur ³	13,2 (19,2)	12,7 (19,0)
Sandwichs, panini, burgers, kebab, burritos/fajitas, hot-dog, wrap ³	7,0 (21,3)	4,2* (11,5)
Viandes panées/poissons panés ³	8,4 (25,5)	5,9 (13,4)
Saucisses et autres charcuteries	20,2 (26,7)	23,5 (39,0)
Volaille/lapin	32,4 (53,1)	30,8 (50,8)
Viande de boucherie (hors saucisses)	45,3 (47,8)	39,2 (40,2)
Abats ³	4,2 (8,0)	3,5* (12,3)
Œufs ³	21,1 (26,5)	16,5* (17,9)
Poisson (hors poisson pané) ³	16,4 (15,4)	16,6 (17,8)
Autres produits de la mer ³	5,2 (11,8)	3,2 (5,3)

Suite page suivante

ANNEXE 5 : Tableaux

	Consommations journalières	
	FFQ1	FFQ2
	Moyennes en grammes (aliments) ou ml (boissons) (ET)	
Lait ³	99,0 (169,4)	96,3 (248,8)
Yaourts, fromages blancs, faisselles	93,8 (99,0)	84,0 (82,1)
Entremets, crèmes dessert ³	16,7 (34,8)	20,2 (42,9)
Fromages	26,1 (25,2)	26,6 (40,0)
Beurre, crème entière ³	11,9 (16,3)	11,6 (18,7)
Margarine, mayonnaise ³	5,4 (11,5)	4,7 (10,3)
Huile d'olive ³	7,0 (9,9)	5,6 (7,2)
Huile de colza, noix, huile de mélange (type Isio4®) ³	3,8 (7,0)	3,5 (6,5)
Huile de tournesol, d'arachide ³	2,3 (5,1)	1,8 (4,5)
Chips, snacks salés, biscuits apéritifs ³	3,1 (6,3)	2,8 (5,2)
Snacks sucrés, barres chocolatées, barres céréalières, chocolat, biscuits/gâteaux sucrés (industriels, "faits maison" ou de boulangerie), viennoiseries ³	27,8 (82,6)	19,5 (38,6)
Fruits (hors jus de fruits)	313,7 (272,7)	292,7* (283,1)
Eau	934,8 (625,7)	971,1 (672,8)
Café	381,7 (443,6)	366,6 (428,5)
Thé et infusion ³	137,2 (311,7)	113,0 (250,7)
Jus de fruits (frais, pressé, nectar, pur jus,...) ³	93,2 (177,0)	103,4 (246,3)
Boissons sucrées, gazeuses ou non (colas, limonades, sirops reconstitués,...) ³	77,0 (242,4)	98,1 (441,1)
Boissons aux édulcorants « light », gazeuses ou non ³	90,2 (379,3)	71,7* (363,3)
Vin ³	94,3 (197,5)	81,4 (143,2)
Autres boissons alcoolisées ³	2,9 (11,8)	2,0 (5,1)

FFQ, *Food Frequency Questionnaire*, Questionnaire de fréquence alimentaire (FFQ1 = questionnaire rempli au début de l'étude, FFQ2 = même questionnaire rempli un an plus tard) ; ET, Ecart-Type

*Moyenne significativement différente de celle obtenue *via* le FFQ1 (tests des rangs signés de Wilcoxon appliqués)

Tableau 31 : Reproductibilité du FFQ en termes de groupes alimentaires (N=201).

	Coefficients de corrélation de Spearman		Classification croisée de la distribution des apports alimentaires		
	Bruts	CCI	FFQ2 vs. FFQ1		
			% de sujets classés dans le même tertile ¹	% de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent	% de sujets classés dans les quintiles extrêmes
Pain complet, pain aux céréales, biscottes complètes ou multicéréales (par opposition au pain blanc et à ses dérivés) ²	0,47	0,41	63	.	.
Pain blanc, biscottes	0,40	0,34	52	73	1
Céréales du petit-déjeuner ²	0,63	0,55	89	.	.
Pâtes, riz, blé “complets”, “bruns” (par opposition aux pâtes et autres aliments “blancs”) ²	0,43	0,32	57	.	.
Pâtes, riz, semoule, blé bouglhour, quinoa, tapioca “blancs”	0,54	0,40	54	74	1
Légumineuses (consommées chaudes ou en salade) ²	0,46	0,04	58	.	.
Frites et tubercules frits ²	0,49	0,22	58	.	.
Pommes de terre et autres tubercules cuits à l’eau, en purée, en gratin	0,46	0,41	59	69	2
Légumes cuits (y compris mangés en salade comme les poireaux ou consommés sous forme de soupe ou de bouillon)	0,64	0,65	62	80	1
Légumes consommés crus (carottes râpées, tomates, salade, concombres...)	0,54	0,53	63	74	1
Pizzas, lasagnes, quiches, tartes/tourtes, feuilletés/friands, croque-monsieur ²	0,55	0,44	56	.	.
Sandwichs, panini, burgers, kebab, burritos/fajitas, hot-dog, wrap ²	0,70	0,35	82	.	.
Viandes panées/poissons panés ²	0,47	0,02	64	.	.
Saucisses et autres charcuteries	0,63	0,36	63	.	.
Volaille/lapin	0,50	0,69	51	74	2
Viande de boucherie (hors saucisses)	0,50	0,37	61	75	5
Abats ²	0,47	0,13	69	.	.
Œufs ²	0,55	0,41	49	75	1
Poisson (hors poisson pané) ²	0,49	0,39	50	73	1
Autres produits de la mer ²	0,57	0,18	64	.	.

Suite page suivante

ANNEXE 5 : Tableaux

	Coefficients de corrélation de Spearman		Classification croisée de la distribution des apports alimentaires		
	FFQ2 vs. FFQ1				
	Bruts	CCI	% de sujets classés dans le même tertile ¹	% de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent	% de sujets classés dans les quintiles extrêmes
Lait ²	0,77	0,57	81	.	.
Yaourts, fromages blancs, faisselles	0,63	0,53	70	84	1
Entremets, crèmes dessert ²	0,72	0,46	72	.	.
Fromages	0,54	0,27	60	77	3
Beurre, crème entière ²	0,58	0,42	56	.	.
Margarine, mayonnaise ²	0,62	0,73	63	.	.
Huile d'olive ²	0,63	0,51	66	.	.
Huile de colza, noix, huile de mélange (type Isio4®) ²	0,61	0,32	64	.	.
Huile de tournesol, d'arachide ²	0,53	0,73	66	.	.
Chips, snacks salés, biscuits apéritifs ²	0,54	0,38	61	.	.
Snacks sucrés, barres chocolatées, barres céréalières, chocolat, biscuits/gâteaux sucrés (industriels, "faits maison" ou de boulangerie), viennoiseries" ²	0,53	0,32	55	.	.
Fruits (hors jus de fruits)	0,51	0,34	59	75	2
Eau	0,46	0,47	55	75	3
Café	0,71	0,57	64	83	1
Thé et infusion ²	0,79	0,58	76	.	.
Jus de fruits (frais, pressé, nectar, pur jus,...) ²	0,59	0,28	63	.	.
Boissons sucrées, gazeuses ou non (colas, limonades, sirops reconstitués,...) ²	0,51	0,35	75	.	.
Boissons aux édulcorants « light », gazeuses ou non ²	0,59	0,34	81	.	.
Vin ²	0,86	0,73	84	.	.
Autres boissons alcoolisées ²	0,71	0,38	71	.	.

FFQ, *Food Frequency Questionnaire*, Questionnaire de fréquence alimentaire (FFQ1 = questionnaire rempli au début de l'étude, FFQ2 = même questionnaire rempli un an plus tard); CCI, Coefficient de Corrélation Intra-classe.

¹ Pour les groupes alimentaires où la proportion de non-consommateurs était supérieure à 20%, les classifications en tertiles et quintiles n'étaient pas réalisées et les participants étaient alors classés en trois classes : classe 1= les non consommateurs, classe 2= les participants ayant une consommation inférieure ou égale à la médiane de consommation chez les consommateurs, classe 3= les participants ayant une consommation supérieure à la médiane de consommation chez les consommateurs.

² Ces groupes alimentaires ont une large proportion de non consommateurs (> 20%).

Les tests statistiques ont fourni des *p-values* < 0,05 pour chaque coefficient de corrélation de Spearman brute.

Tableau 32 : Description des apports nutritionnels évalués par le FFQ1 et le FFQ2 (N=201).

	Apports journaliers	
	FFQ 1	FFQ 2
	Moyennes (ET)	
Apport énergétique total kcal)	1938.8 (808.9)	1745.6* (681.0)
Protéines (g)	77.9 (33.8)	70.8* (29.4)
Glucides (g)	221.7 (110.1)	199.5* (94.9)
Lipides (g)	67.1 (34.0)	61.0* (28.5)
Acides gras saturés (g)	25.3 (14.4)	23.5* (13.5)
Acides gras mono-insaturés (g)	24.7 (13.2)	22.1* (10.6)
Acides gras poly-insaturés (g)	10.2 (6.0)	9.0* (5.4)
Cholestérol (mg)	278.7 (174.1)	248.0* (134.8)
Sucres simples (g)	80.3 (51.7)	77.0* (63.7)
Fibres (g)	20.5 (10.1)	18.3* (8.7)
Alcool (g)	11.8 (23.2)	9.6 (15.5)
Rétinol (µg)	572.3 (505.2)	534.5* (750.5)
Carotène (µg)	2467.3 (1742.6)	2308.5 (1618.7)
Vitamine B1 (mg)	1.0 (0.4)	1.0* (0.5)
Vitamine B2 (mg)	1.6 (0.7)	1.4* (0.7)
Vitamine B3 (mg)	17.6 (8.3)	16.2* (7.8)
Vitamine B5 (mg)	5.2 (2.1)	4.7* (2.2)
Vitamine B6 (mg)	1.6 (0.7)	1.5* (0.6)
Vitamine B9	307.4 (130.2)	282.2* (131.8)
Vitamine B12 (µg)	7.2 (5.2)	6.3* (4.9)
Vitamine C (mg)	107.0 (72.6)	105.6 (98.7)
Vitamine D (µg)	2.1 (1.1)	2.0 (1.0)
Vitamine E (mg)	12.2 (7.5)	10.7* (6.6)
Calcium (mg)	962.2 (413.4)	908.0* (527.2)
Fer (mg)	11.6 (5.6)	10.2* (4.5)
Magnésium (mg)	353.2 (140.2)	325.8* (141.1)
Zinc (mg)	9.8 (4.5)	8.8* (3.6)
Phosphates (mg)	1155.5 (471.3)	1058.8* (450.7)
Manganèse (mg)	11.8 (4.7)	10.9* (4.7)
Potassium (mg)	3147.4 (1217.2)	2934.6* (1403.5)
Iodine (µg)	120.5 (58.0)	108.1* (47.6)
Cuivre (mg)	2.5 (1.4)	2.3* (1.4)
Sodium (mg)	2552.0 (1164.6)	2290.1* (1057.8)
Eau (g)	2688.6 (1222.6)	2608.9 (1287.2)

FFQ, *Food Frequency Questionnaire*, Questionnaire de fréquence alimentaire (FFQ1 = questionnaire rempli au début de l'étude, FFQ2 = même questionnaire rempli un an plus tard); ET, Ecart-Type.

*Moyenne significativement différente de celle obtenue *via* le FFQ1 (tests des rangs signés de Wilcoxon appliqués).

ANNEXE 5 : Tableaux

Tableau 33 : Distribution du ratio “AET/BMR” en fonction de la méthode de recueil alimentaire utilisée et de l’étude (validité ou reproductibilité).

		N	Minimum	1 ^{er} quartile	Médiane	3 ^{ème} quartile	Maximum
Validité	Rappels de 24h	127	0,51	0,94	1,12	1,32	2,36
	FFQ1	125	0,32	0,91	1,18	1,38	2,99
	FFQ2	125	0,35	0,83	1,07	1,31	3,60
Reproductibilité	FFQ1	199	0,28	0,91	1,20	1,47	4,01
	FFQ2	196	0,35	0,83	1,09	1,33	3,60

AET, Apport Énergétique Total ; BMR, *Basal Metabolic Rate*, Métabolisme basal ; FFQ, *Food Frequency Questionnaire*, Questionnaire de fréquence alimentaire

Tableau 34 : Description des moyennes de consommation de 40 groupes alimentaires évaluées par les rappels de 24h et le FFQ2 (N=92).

	Consommations journalières	
	Rappels de 24h	FFQ2
	Moyennes en grammes (aliments) ou ml (boissons) (ET)	
Pain complet, pain aux céréales, biscottes complètes ou multicéréales (par opposition au pain blanc et à ses dérivés) ¹	31,9 (40,1)	30,6 (45,0)
Pain blanc, biscottes	59,0 (50,0)	56,8 (60,1)
Céréales du petit-déjeuner ¹	4,7 (12,2)	6,6 (16,0)
Pâtes, riz, blé “complets”, “bruns” (par opposition aux pâtes et autres aliments “blancs”)	1,4 (6,2)	25,6* (47,2)
Pâtes, riz, semoule, blé boulgour, quinoa, tapioca “blancs”	84,6 (71,5)	73,3 (68,2)
Légumineuses (consommées chaudes ou en salade) ¹	12,3 (24,9)	21,1* (19,7)
Frites et tubercules frits ¹	10,2 (21,4)	12,5 (19,2)
Pommes de terre et autres tubercules cuits à l’eau, en purée, en gratin ¹	56,4 (62,5)	51,6 (47,6)
Légumes cuits (y compris mangés en salade comme les poireaux ou consommés sous forme de soupe ou de bouillon)	199,1 (117,2)	190,3 (129,2)
Légumes consommés crus (carottes râpées, tomates, salade, concombres...)	74,8 (57,8)	52,7* (57,2)
Pizzas, lasagnes, quiches, tartes/tourtes, feuilletés/friands, croque-monsieur ¹	40,3 (46,2)	17,1* (16,6)
Sandwichs, panini, burgers, kebab, burritos/fajitas, hot-dog, wrap ¹	11,3 (21,7)	8,7 (13,9)
Viandes panées/poissons panés ¹	6,6 (14,2)	2,5* (4,4)
Saucisses et autres charcuteries ¹	34,9 (29,3)	20,0* (23,2)
Volaille/lapin ¹	30,1 (31,5)	34,2 (45,6)
Viande de boucherie (hors saucisses)	42,4 (31,6)	40,1 (43,2)
Abats ¹	1,1 (6,4)	2,7* (7,7)
Œufs ¹	13,5 (15,9)	20,0* (26,2)
Poisson (hors poisson pané) ¹	22,9 (24,2)	19,9 (20,0)
Autres produits de la mer ¹	6,6 (19,1)	3,4 (5,9)

Suite page suivante

ANNEXE 5 : Tableaux

	Consommations journalières	
	Rappels de 24h	FFQ2
	Moyennes en grammes (aliments) ou ml (boissons) (ET)	
Lait ¹	46,6 (88,9)	117,2* (215,6)
Yaourts, fromages blancs, faisselles	94,6 (75,1)	122,6* (98,5)
Entremets, crèmes dessert ¹	13,4 (25,2)	18,5 (45,0)
Fromages	36,8 (29,1)	29,7* (30,1)
Beurre, crème entière	6,5 (7,0)	16,6* (23,5)
Margarine, mayonnaise ¹	1,1 (4,0)	2,1* (7,0)
Huile d'olive	5,0 (4,6)	12,0* (10,6)
Huile de colza, noix, huile de mélange (type Isio4®) ¹	1,5 (2,7)	2,4* (4,5)
Huile de tournesol, d'arachide ¹	0,5 (1,5)	1,0 (2,8)
Chips, snacks salés, biscuits apéritifs ¹	5,2 (8,2)	5,0 (5,9)
Snacks sucrés, barres chocolatées, barres céréalières, chocolat, biscuits/gâteaux sucrés (industriels, "faits maison" ou de boulangerie), viennoiseries ¹	57,5 (55,0)	30,9* (49,0)
Fruits (hors jus de fruits)	236,3 (152,5)	358,6* (312,4)
Eau	1053,8 (563,0)	2188,3* (2559,8)
Café ¹	248,1 (197,8)	322,7 (403,3)
Thé et infusion ¹	306,7 (390,7)	303,5 (446,1)
Jus de fruits (frais, pressé, nectar, pur jus,...) ¹	84,4 (96,5)	114,2* (143,1)
Boissons sucrées, gazeuses ou non (colas, limonades, sirops reconstitués,...) ¹	30,7 (74,6)	19,1* (71,6)
Boissons aux édulcorants « light », gazeuses ou non ¹	10,4 (42,6)	21,2 (94,6)
Vin ¹	66,4 (108,6)	50,0* (96,7)
Autres boissons alcoolisées ¹	42,0 (70,3)	17,8* (34,3)

FFQ2, *Food Frequency Questionnaire 2*, Questionnaire de fréquence alimentaire 2 (déployé un an après le début de l'étude de validation et le premier remplissage du questionnaire); ET, Ecart-Type.

*Moyenne significativement différente de celle obtenue *via* les rappels de 24h (tests des rangs signés de Wilcoxon appliqués).

² Ces groupes alimentaires ont une large proportion de non consommateurs (> 20%).

ANNEXE 5 : Tableaux

Tableau 35 : Validité du FFQ en termes de groupes alimentaires (N=92).

	Coefficients de corrélation de Spearman		Classification croisée de la distribution des apports alimentaires	
	Bruts ¹	% de sujets classés dans le même tertile ²	% de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent	% de sujets classés dans les quintiles extrêmes
Pain complet, pain aux céréales, biscottes complètes ou multicéréales (par opposition au pain blanc et à ses dérivés) ³	0,35	53	.	.
Pain blanc, biscottes	0,63	54	78	1
Céréales du petit-déjeuner ³	0,68	79	.	.
Pâtes, riz, blé "complets", "bruns" (par opposition aux pâtes et autres aliments "blancs") ³	0,14	49	.	.
Pâtes, riz, semoule, blé boulghour, quinoa, tapioca "blancs"	0,52	49	71	1
Légumineuses (consommées chaudes ou en salade) ³	0,26	27	.	.
Frites et tubercules frits ³	0,35	40	.	.
Pommes de terre et autres tubercules cuits à l'eau, en purée, en gratin ³	0,26	45	.	.
Légumes cuits (y compris mangés en salade comme les poireaux ou consommés sous forme de soupe ou de bouillon)	0,49	50	68	1
Légumes consommés crus (carottes râpées, tomates, salade, concombres...)	0,53	58	74	1
Pizzas, lasagnes, quiches, tartes/tourtes, feuilletés/friands, croque-monsieur ³	0,44	48	.	.
Sandwichs, panini, burgers, kebab, burritos/fajitas, hot-dog, wrap ³	0,52	61	.	.
Viandes panées/poissons panés ³	0,27	64	.	.
Saucisses et autres charcuteries ³	0,38	54	.	.
Volaille/lapin ³	0,45	41	.	.
Viande de boucherie (hors saucisses)	0,39	38	61	1
Abats ³	0,09	74	.	.
Œufs ³	0,35	35	.	.
Poisson (hors poisson pané) ³	0,34	41	.	.
Autres produits de la mer ³	0,33	59	.	.

Suite page suivante

	Coefficients de corrélation de Spearman		Classification croisée de la distribution des apports alimentaires	
	FFQ2 vs. moyenne des 6 rappels de 24h			
	Bruts	% de sujets classés dans le même tertile ¹	% de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent	% de sujets classés dans les quintiles extrêmes
Lait ³	0,73	68	.	.
Yaourts, fromages blancs, faisselles	0,75	60	88	0
Entremets, crèmes dessert ³	0,40	53	.	.
Fromages	0,51	52	68	1
Beurre, crème entière	0,66	51	79	0
Margarine, mayonnaise ³	0,60	76	.	.
Huile d'olive	0,28	49	62	2
Huile de colza, noix, huile de mélange (type Isio4®) ³	0,35	47	.	.
Huile de tournesol, d'arachide ³	0,21	65	.	.
Chips, snacks salés, biscuits apéritifs ³	0,41	43	.	.
Snacks sucrés, barres chocolatées, barres céréalières, chocolat, biscuits/gâteaux sucrés (industriels, "faits maison" ou de boulangerie), viennoiseries ³	0,26	39	.	.
Fruits (hors jus de fruits)	0,67	61	77	1
Eau	0,52	52	73	1
Café ³	0,81	72	.	.
Thé et infusion ³	0,88	71	.	.
Jus de fruits (frais, pressé, nectar, pur jus,...) ³	0,61	58	.	.
Boissons sucrées, gazeuses ou non (colas, limonades, sirops reconstitués,...) ³	0,73	79	.	.
Boissons aux édulcorants « light », gazeuses ou non ³	0,55	88	.	.
Vin ³	0,81	67	.	.
Autres boissons alcoolisées ³	0,48	54	.	.

FFQ2, *Food Frequency Questionnaire 2*, Questionnaire de fréquence alimentaire 2 (déployé un an après le début de l'étude de validation et le premier remplissage du questionnaire)

¹ Les coefficients corrigés pour la variabilité inter- et intra- individuelle et relatifs aux consommations des groupes d'aliments n'ont pas été calculés car les variables de consommations alimentaires ne suivaient pas une distribution normale, même après transformation logarithmique.

² Pour les groupes alimentaires où la proportion de non-consommateurs était supérieure à 20%, les classifications en tertiles et quintiles n'étaient pas réalisées et les participants étaient alors classés en trois classes : classe 1= les non consommateurs, classe 2= les participants ayant une consommation inférieure ou égale à la médiane de consommation chez les consommateurs, classe 3= les participants ayant une consommation supérieure à la médiane de consommation chez les consommateurs.

³ Ces groupes alimentaires ont une large proportion de non consommateurs (> 20%).

Les tests statistiques ont fourni des p-values < 0,05 pour chaque coefficient de corrélation de Pearson, sauf pour ceux caractérisés en gras.

ANNEXE 5 : Tableaux

Tableau 36 : Description des moyennes de consommation de 40 groupes alimentaires évaluées par le FFQ1 et le FFQ2 (N=223).

	Consommations journalières	
	FFQ1	FFQ2
	Moyennes en grammes (aliments) ou ml (boissons) (ET)	
Pain complet, pain aux céréales, biscottes complètes ou multicéréales (par opposition au pain blanc et à ses dérivés) ¹	24,0 (43,0)	25,7 (37,9)
Pain blanc, biscottes	53,3 (59,5)	47,0* (54,9)
Céréales du petit-déjeuner ¹	7,9 (15,7)	8,0 (16,4)
Pâtes, riz, blé “complets”, “bruns” (par opposition aux pâtes et autres aliments “blancs”) ¹	39,9 (68,6)	36,4 (60,6)
Pâtes, riz, semoule, blé boulghour, quinoa, tapioca “blancs”	92,9 (77,3)	77,6* (73,8)
Légumineuses (consommées chaudes ou en salade) ¹	30,3 (46,2)	31,7 (46,7)
Frites et tubercules frits ¹	12,2 (14,6)	12,0 (15,7)
Pommes de terre et autres tubercules cuits à l’eau, en purée, en gratin ¹	52,2 (48,4)	45,1* (40,9)
Légumes cuits (y compris mangés en salade comme les poireaux ou consommés sous forme de soupe ou de bouillon)	188,1 (144,7)	179,9 (130,0)
Légumes consommés crus (carottes râpées, tomates, salade, concombres...)	43,1 (49,8)	41,1 (44,4)
Pizzas, lasagnes, quiches, tartes/tourtes, feuilletés/friands, croque-monsieur ¹	24,2 (27,2)	21,5 (24,0)
Sandwichs, panini, burgers, kebab, burritos/fajitas, hot-dog, wrap ¹	13,9 (17,8)	12,3* (19,7)
Viandes panées/poissons panés ¹	3,0 (5,7)	3,3 (6,2)
Saucisses et autres charcuteries ¹	22,3 (26,7)	19,0* (22,8)
Volaille/lapin	32,5 (35,3)	30,7 (38,4)
Viande de boucherie (hors saucisses)	39,4 (47,3)	34,9 (40,8)
Abats ¹	1,9 (4,8)	1,9 (5,6)
Œufs	19,6 (34,4)	18,9 (22,3)
Poisson (hors poisson pané)	17,1 (19,2)	17,4 (18,0)
Autres produits de la mer ¹	3,5 (7,4)	2,8 (5,3)

Suite page suivante

ANNEXE 5 : Tableaux

	Consommations journalières	
	FFQ1	FFQ2
	Moyennes en grammes (aliments) ou ml (boissons) (ET)	
Lait ¹	103,7 (162,9)	101,2 (184,2)
Yaourts, fromages blancs, faisselles	113,9 (100,2)	103,5* (93,7)
Entremets, crèmes dessert ¹	17,6 (27,7)	16,7 (35,2)
Fromages	31,5 (31,5)	29,4 (28,1)
Beurre, crème entière	16,8 (19,8)	15,3 (20,7)
Margarine, mayonnaise ¹	2,4 (8,5)	2,5 (7,9)
Huile d'olive	11,6 (10,5)	11,5 (10,2)
Huile de colza, noix, huile de mélange (type Isio4®) ¹	2,8 (6,2)	2,5 (4,5)
Huile de tournesol, d'arachide ¹	1,1 (2,8)	0,9 (2,4)
Chips, snacks salés, biscuits apéritifs ¹	7,4 (10,0)	6,6 (11,0)
Snacks sucrés, barres chocolatées, barres céréalières, chocolat, biscuits/gâteaux sucrés (industriels, "faits maison" ou de boulangerie), viennoiseries ¹	40,5 (62,1)	32,2 (42,4)
Fruits (hors jus de fruits)	369,0 (398,8)	340,6 (388,1)
Eau	1971,0 (1545,2)	2014,6 (2029,9)
Café ¹	239,8 (296,2)	258,2 (335,7)
Thé et infusion ¹	275,0 (348,8)	301,8 (465,5)
Jus de fruits (frais, pressé, nectar, pur jus,...) ¹	126,5 (136,4)	117,0* (132,5)
Boissons sucrées, gazeuses ou non (colas, limonades, sirops reconstitués,...) ¹	46,2 (202,8)	24,1* (86,9)
Boissons aux édulcorants « light », gazeuses ou non ¹	26,9 (121,5)	15,7* (70,6)
Vin ¹	43,9 (85,4)	49,1 (99,6)
Autres boissons alcoolisées ¹	20,0 (46,7)	18,3 (38,7)

FFQ, *Food Frequency Questionnaire*, Questionnaire de fréquence alimentaire (FFQ1 = questionnaire rempli au début de l'étude, FFQ2 = même questionnaire rempli un an plus tard); ET, Ecart-Type

*Moyenne significativement différente de celle obtenue *via* le FFQ1 (tests des rangs signés de Wilcoxon appliqués)

¹ Ces groupes alimentaires ont une large proportion de non consommateurs (> 20%).

ANNEXE 5 : Tableaux

Tableau 37 : Reproductibilité du FFQ en termes de groupes alimentaires (N=223).

	Coefficients de corrélation de Spearman		Classification croisée de la distribution des apports alimentaires		
	Bruts	CCI	FFQ2 vs. FFQ1		
			% de sujets classés dans le même tertile ¹	% de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent	% de sujets classés dans les quintiles extrêmes
Pain complet, pain aux céréales, biscottes complètes ou multicéréales (par opposition au pain blanc et à ses dérivés) ²	0,57	0,52	58	-	-
Pain blanc, biscottes	0,59	0,57	55	83	1
Céréales du petit-déjeuner ²	0,68	0,67	76	-	-
Pâtes, riz, blé “complets”, “bruns” (par opposition aux pâtes et autres aliments “blancs”) ²	0,58	0,48	63	-	-
Pâtes, riz, semoule, blé bouglhour, quinoa, tapioca “blancs”	0,65	0,62	59	79	2
Légumineuses (consommées chaudes ou en salade) ²	0,60	0,46	68	-	-
Frites et tubercules frits ²	0,67	0,48	63	-	-
Pommes de terre et autres tubercules cuits à l’eau, en purée, en gratin	0,54	0,48	57	74	1
Légumes cuits (y compris mangés en salade comme les poireaux ou consommés sous forme de soupe ou de bouillon)	0,58	0,56	53	79	0
Légumes consommés crus (carottes râpées, tomates, salade, concombres...)	0,69	0,71	63	81	1
Pizzas, lasagnes, quiches, tartes/tourtes, feuilletés/friands, croque-monsieur	0,64	0,60	59	86	0
Sandwichs, panini, burgers, kebab, burritos/fajitas, hot-dog, wrap ²	0,71	0,55	67	-	-
Viandes panées/poissons panés ²	0,57	0,48	69	-	-
Saucisses et autres charcuteries ²	0,60	0,63	60	-	-
Volaille/lapin	0,63	0,72	61	80	2
Viande de boucherie (hors saucisses)	0,65	0,60	62	80	1
Abats ²	0,62	0,64	83	-	-
Œufs	0,57	0,37	57	75	3
Poisson (hors poisson pané)	0,71	0,72	57	81	0
Autres produits de la mer ²	0,65	0,51	76	-	-

Suite page suivante

	Coefficients de corrélation de Spearman		Classification croisée de la distribution des apports alimentaires		
	FFQ2 vs. FFQ1				
	Bruts	CCI	% de sujets classés dans le même tertile ¹	% de sujets classés dans le même quintile ou dans le quintile adjacent	% de sujets classés dans les quintiles extrêmes
Lait ²	0,73	0,68	76	-	-
Yaourts, fromages blancs, faisselles	0,71	0,68	68	89	0
Entremets, crèmes dessert ²	0,62	0,62	64	-	-
Fromages	0,72	0,65	65	80	1
Beurre, crème entière	0,68	0,61	57	82	1
Margarine, mayonnaise ²	0,65	0,70	73	-	-
Huile d'olive	0,67	0,71	64	81	0
Huile de colza, noix, huile de mélange (type Isio4®) ²	0,52	0,40	60	-	-
Huile de tournesol, d'arachide ²	0,34	0,50	67	-	-
Chips, snacks salés, biscuits apéritifs ²	0,67	0,47	65	-	-
Snacks sucrés, barres chocolatées, barres céréalières, chocolat, biscuits/gâteaux sucrés (industriels, "faits maison" ou de boulangerie), viennoiseries"	0,58	0,33	52	74	1
Fruits (hors jus de fruits)	0,72	0,72	59	80	0
Eau	0,51	0,56	56	72	4
Café ²	0,86	0,71	83	-	-
Thé et infusion ²	0,84	0,70	80	-	-
Jus de fruits (frais, pressé, nectar, pur jus,...) ²	0,69	0,53	69	-	-
Boissons sucrées, gazeuses ou non (colas, limonades, sirops reconstitués,...) ²	0,58	0,62	71	-	-
Boissons aux édulcorants « light », gazeuses ou non ²	0,78	0,34	91	-	-
Vin ²	0,90	0,68	77	-	-
Autres boissons alcoolisées ²	0,78	0,56	73	-	-

FFQ, *Food Frequency Questionnaire*, Questionnaire de fréquence alimentaire (FFQ1 = questionnaire rempli au début de l'étude, FFQ2 = même questionnaire rempli un an plus tard) ; CCI, Coefficient de Corrélation Intra-classe

¹ Pour les groupes alimentaires où la proportion de non-consommateurs était supérieure à 20%, les classifications en tertiles et quintiles n'étaient pas réalisées et les participants étaient alors classés en trois classes : classe 1= les non consommateurs, classe 2= les participants ayant une consommation inférieure ou égale à la médiane de consommation chez les consommateurs, classe 3= les participants ayant une consommation supérieure à la médiane de consommation chez les consommateurs.

² Ces groupes alimentaires ont une large proportion de non consommateurs (> 20%).

Les tests statistiques ont fourni des *p-values* < 0,05 pour chaque coefficient de corrélation de Spearman brute.

ANNEXE 5 : Tableaux

Tableau 38 : Description des apports nutritionnels évalués par le FFQ1 et le FFQ2 (N=223).

	Apports journaliers	
	FFQ 1	FFQ 2
	Moyennes (ET)	
Apport énergétique total kcal)	2009.4 (649.7)	1837.6* (570.0)
Protéines (g)	77.7 (30.8)	71.8* (27.8)
Glucides (g)	229.0 (82.6)	206.8* (73.5)
Lipides (g)	75.7 (31.5)	69.3* (27.4)
Acides gras saturés (g)	29.1 (14.1)	26.4* (12.9)
Acides gras mono-insaturés (g)	29.1 (12.5)	27.0* (11.2)
Acides gras poly-insaturés (g)	9.4 (5.4)	8.6* (4.1)
Cholestérol (mg)	276.0 (176.0)	253.6* (133.4)
Sucres simples (g)	95.1 (50.3)	85.8* (45.9)
Fibres (g)	23.0 (10.8)	21.4* (9.2)
Alcool (g)	5.5 (9.2)	5.8 (10.4)
Rétinol (µg)	497.5 (361.7)	457.8* (378.3)
Carotène (µg)	3618.8 (2272.2)	3425.8 (1949.2)
Vitamine B1 (mg)	1.2 (0.4)	1.1* (0.4)
Vitamine B2 (mg)	1.6 (0.6)	1.5* (0.6)
Vitamine B3 (mg)	16.6 (7.3)	15.7* (6.7)
Vitamine B5 (mg)	5.2 (1.9)	4.9* (1.8)
Vitamine B6 (mg)	1.7 (0.7)	1.6* (0.6)
Vitamine B9	356.8 (142.8)	334.1* (126.9)
Vitamine B12 (µg)	6.9 (4.9)	6.4* (3.8)
Vitamine C (mg)	138.9 (84.5)	128.8* (79.6)
Vitamine D (µg)	2.2 (1.2)	2.1 (1.1)
Vitamine E (mg)	11.9 (7.2)	11.1 (5.6)
Calcium (mg)	1262.9 (449.3)	1226.1* (528.9)
Fer (mg)	11.6 (4.3)	11.0* (3.8)
Magnésium (mg)	370.0 (127.0)	354.3* (129.8)
Zinc (mg)	9.8 (4.0)	9.1* (3.5)
Phosphates (mg)	1186.2 (410.7)	1099.8* (390.6)
Manganèse (mg)	12.3 (4.2)	11.8* (4.3)
Potassium (mg)	3219.6 (1191.5)	3050.1* (1122.4)
Iode (µg)	130.7 (47.1)	123.2* (43.9)
Cuivre (mg)	2.3 (1.0)	2.2* (1.1)
Sodium (mg)	2584.3 (905.6)	2371.1* (797.0)
Eau (g)	3754.3 (1763.8)	3731.6 (2303.5)

FFQ, *Food Frequency Questionnaire*, Questionnaire de fréquence alimentaire (FFQ1 = questionnaire rempli au début de l'étude, FFQ2 = même questionnaire rempli un an plus tard) ; ET, Ecart-Type

*Moyenne significativement différente de celle obtenue *via* le FFQ1 (tests des rangs signés de Wilcoxon appliqués)

Annexe 6 : Article 1 publié dans *Public Health Nutrition* « Socio-economic factors associated with a healthy diet: results from the E3N study ».



Public Health Nutrition: page 1 of 10

doi:10.1017/S1368980017000222

Socio-economic factors associated with a healthy diet: results from the E3N study

Aurélie Affre^{1,2}, Gianluca Severi^{1,2,3,4}, Courtney Dow^{1,2}, Grégoire Rey⁵,
Cyrille Delpierre⁶, Marie-Christine Boutron-Ruault^{1,2}, Françoise Clavel-Chapelon^{1,2}
and Guy Fagherazzi^{1,2,*}

¹Inserm U1018, Center for Research in Epidemiology and Population Health (CESP), Team 9, Nutrition, Hormones and Women's Health, Gustave Roussy Institute, 114 rue Edouard Vaillant, 94805 Villejuif Cedex, France; ²Paris-South University, Villejuif, France; ³Human Genetics Foundation (HuGeF), Torino, Italy; ⁴Cancer Epidemiology Centre, Cancer Council Victoria and The University of Melbourne, Melbourne, Australia; ⁵Inserm, CépiDc, Le Kremlin-Bicêtre, France; ⁶Inserm U1027, Faculty of Medicine, Toulouse, France

Submitted 27 July 2016; Final revision received 16 January 2017; Accepted 23 January 2017

Abstract

Objective: To identify individual and contextual socio-economic factors associated with a healthy diet.

Design: Dietary data from a large cohort study were used to derive two mutually exclusive dietary patterns through a latent class analysis. Associations between dietary patterns and socio-economic factors were studied with logistic regression.

Setting: E3N, a French prospective cohort study composed of women recruited from a national health insurance plan covering people working in the national education system.

Subjects: E3N participants (n 73 031) with dietary and socio-economic data available.

Results: The 'Healthy' pattern was characterized by a large consumption of fruits and vegetables and the 'Less Healthy' pattern by a large consumption of pizza and processed meat. When all socio-economic factors were analysed together, all of the individual factors considered were associated with a healthy diet (e.g. women with three or more children were less likely to follow a healthy diet *v.* women with no children, OR (95% CI): 0.70 (0.66, 0.75)) while the contextual factors associated with a healthy diet included the size of the agglomeration of residence and the area of birth and residence (e.g. women living in the West of France were less likely to follow a healthy diet *v.* those living in the South of France: 0.78 (0.72, 0.83)).

Conclusions: We demonstrated that individual and contextual factors are both associated with diet. Rather than focusing only on individual factors, we recommend future studies or public health and nutritional strategies on diet to consider both types of factors.

Keywords

Diet
Socio-economic environment
A posteriori patterns
Latent class analysis
E3N cohort
Epidemiology
Methodology

Foods and nutrients are not consumed in isolation. They form a network of complex interactions that can be best considered with a dietary pattern approach^(1,2). There is growing evidence of moderate to strong associations between healthy dietary patterns and decreased risk of obesity and chronic diseases such as CVD, hypertension, type 2 diabetes and some cancers^(3,4). In most studies, dietary patterns are derived from principal component analysis or factor analysis. These methods reduce the number of dimensions by determining factors that are linear combinations of dietary variables⁽²⁾. However, one major limitation is that estimated dietary patterns are not mutually exclusive; one individual may simultaneously

have high adherence scores to several patterns. Although this could be the result of a multifactorial reality, it makes interpretation difficult.

Previous studies have demonstrated that individual and contextual socio-economic factors are strong determinants of dietary habits⁽⁵⁻⁹⁾, with lower socio-economic groups being less likely to purchase and consume healthy products. Among contextual factors, the area of residence has been shown to be of importance, particularly in France where an interaction between the level of education and the area of residence (South of France *v.* the other regions) has been previously suggested^(10,11). Furthermore, overall mortality and cause-specific mortality are higher in groups of

*Corresponding author. Email guy.fagherazzi@gustaveroussy.fr

© The Authors 2017



2

lower socio-economic status at the individual^(12,13) and residential area level⁽¹⁴⁾. Lower socio-economic groups also have poorer health consciousness and are more frequently obese⁽¹⁵⁾ or diabetic^(16,17). In this context and despite the fact that experts agree that the socio-economic environment is complex and multifactorial, its influence has generally been studied by considering a single specific and conventional socio-economic factor⁽¹⁸⁾ such as education⁽¹⁹⁾ or income tax⁽¹¹⁾. Nevertheless, considering various socio-economic factors together to capture the multidimensional nature of socio-economic status, and not assuming that different socio-economic measures are interchangeable, has been reported to be of importance^(18,20). Socio-economic variables are each operationally distinct and may influence health behaviours by conceptually different processes⁽²⁰⁾. It is therefore of interest to study the influence of the socio-economic environment by simultaneously considering different factors. The socio-economic position of an individual is likely to be the result of all existing interactions between individual and contextual socio-economic factors⁽²¹⁾, including money and time availabilities, access to grocery stores, transportation and neighbourhood safety⁽²²⁾.

Therefore, based on data from the large E3N cohort study composed of 98 995 women recruited from a national health insurance plan covering people working in the national education system, we derived two mutually exclusive dietary patterns from a latent class analysis (LCA) with the aim of studying cross-sectional associations between various socio-economic factors (individual and contextual factors) and a 'Healthy' dietary pattern. Socio-economic factors were considered one at a time, then simultaneously, with the objective of studying the interplays of such factors in relation to diet. The main aim of the present paper is to draw a more comprehensive picture of the complex relationships between diet and socio-economic factors.

Methods

The E3N cohort study

The E3N study is a French prospective cohort study of 98 995 women recruited from a national health insurance plan covering people working in the national education system, initiated in 1990⁽²³⁾. E3N is the French component of the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)⁽²⁴⁾. Participants were sent questionnaires to update health-related information and newly diagnosed diseases every 2 to 3 years. The average follow-up response rate is 83 % and, overall, the total loss to follow-up since 1990 is below 3 %.

Study population

Among the 74 522 women with available dietary data in 1993, we excluded those who under- or over-reported

A Affret *et al.*

energy intake (*n* 1491) as previously described⁽²⁵⁾. These women were in the top and bottom 1 % of the distribution of energy intake to BMR computed on the basis of age, height and weight. Thus 73 031 women were included in the present cross-sectional study (mean age 52.9 (SD 6.7) years).

Dietary data

Dietary data were self-reported in 1993 using a previously validated diet history questionnaire⁽²⁶⁾. Questions on 208 food items were asked for eight consumption occasions, from breakfast to after-dinner snacks (including occasions such as aperitifs before lunch and dinner), and included questions on consumption frequency (eleven categories, from 'never or less than once a month' to 'seven times a week') and portion sizes, allowing to compute quantities for each food or beverage in grams per day.

We derived a score of adherence to the national dietary guidelines from the dietary data⁽²⁷⁾. It is based on quantitative and qualitative recommendations and includes thirteen components: fruit and vegetables; starchy foods including bread, cereal products, potatoes and legumes, with an emphasis on wholegrain foods; milk and dairy products; meat, poultry, seafood and eggs, with an emphasis on seafood; added fats with an emphasis on added vegetable fats; sweetened products; water and soda; alcohol; salt; and physical activity. At least 1 point is attributed to each component when the individual's behaviour is in agreement with the corresponding recommendation. The total score is obtained by adding up the points obtained for each component, taking the energy intake into account (points are proportionally deducted for individuals with energy intakes 5 % greater than their estimated need). The score ranges from 0 (minimal adherence to the dietary guidelines) to 15 (maximal adherence to the dietary guidelines).

Socio-economic information

We considered both individual and contextual socio-economic data in the E3N study. The following individual socio-economic variables were available in 1993: level of education; occupation in 1993 (currently working *v.* not working); the woman's income (based on the current professional activity reported by the women in 1992 or the last one if not currently working); number of children; and marital status (single *v.* in couple). The contextual socio-economic factors available in 1993 included: place of residence in 1993 (six categories: 'Paris and suburbs', 'North', 'West', 'East', 'Centre' and 'South'); size of the city of residence in 1993 (computed from the commune of residence (the smallest administrative unit in France) and categorized as: 'rural' (i.e. areas with fewer than 2000 inhabitants), 'quasi-rural' (i.e. areas with 2000 to 9999 inhabitants), 'quasi-urban' (i.e. areas with 10 000 to 99 999 inhabitants) and 'large urban' (i.e. areas with 100 000 or more inhabitants)); and a deprivation index 'FDep99'⁽²⁸⁾ computed for each woman in 1993 from the information reported on her commune of



Socio-economic factors and diet: the E3N study

3

residence. The 'FDep99' had been previously constructed at the commune level using four variables obtained from the 1999 population census and the tax authority's 2001 household income data⁽²⁹⁾: median household income; percentage of high-school graduates in the population aged 15 years or older; percentage of blue-collar workers in the active population; and unemployment rate.

We considered all of these factors because they had been found to be related to diet^(11,30-32). We additionally included two less explored contextual socio-economic variables because we estimated that they could help better characterize the socio-economic position of individuals: geographical area of birth (eight categories: 'Paris and suburbs', 'North', 'West', 'East', 'Centre', 'South', 'Dom-Tom' (overseas departments and territories of France) and 'Abroad'); and size of the place where working (two categories: ' $\leq 10\,000$ inhabitants' and ' $> 10\,000$ inhabitants').

Individual characteristics

Age, BMI, level of physical activity (in MET-h/week, where MET is metabolic equivalent of task) and smoking status (non-smoker, former smoker or current smoker) were self-reported in 1993 and included in the analysis. These factors were used for adjustment because they have been shown to be associated with diet as well as with socio-economic position^(30,33-35).

Statistical analysis

All statistical analyses were performed using the statistical software package SAS version 9.3. *P* values of < 0.05 were considered statistically significant.

Latent class analysis to derive mutually exclusive dietary patterns

To derive dietary patterns, we used LCA⁽³⁶⁾. LCA is a statistical method used to identify a set of discrete, mutually exclusive, latent classes of individuals based on their responses to a set of observed categorical variables. It allows detecting patterns of unobserved or 'latent' subgroups or classes within a population. This method helps derive mutually exclusive groups that share similar characteristics (e.g. similar lifestyle patterns such as physical activity profiles or dietary patterns)⁽³⁷⁾ and has recently been used in nutritional epidemiological studies⁽³⁸⁻⁴¹⁾. The optimal number of classes with the optimal division for dietary data (tertiles, quartiles or quintiles) was assessed by four indicators: the lowest Bayesian information criterion; the Akaike Information Criterion; log likelihood; and the highest class membership probabilities, indicating the proportion of individuals expected to be classified in a given latent class. LCA methods were conducted with the LCA procedure developed by the Penn State University for SAS⁽³⁶⁾.

To perform the LCA, the 208 food items available from the E3N dietary questionnaire were grouped into fifty-seven food groups as previously described⁽²⁵⁾. Consumption of

each food group, expressed in grams per day, was classified as non-consumers and as tertiles among the consumers. The corresponding categorical variables were then used to perform the LCA. Two dietary patterns were retained, labelled 'Healthy' (*n* 33 350) and 'Less Healthy' (*n* 39 681), and were described in terms of food groups and nutrients (means and standard deviations, see below for descriptions). We chose to label our patterns 'Healthy' and 'Less Healthy' based on the characteristics of the E3N cohort study, E3N participants being more educated and health-conscious than the general population. Fisher's tests for continuous variables and χ^2 tests for categorical variables were performed to study differences between patterns.

Socio-economic factors associated with a healthy diet

Individual and contextual socio-economic factors associated with a 'Healthy' diet were assessed by logistic regression models. Model 1 included the considered socio-economic factor and was adjusted for age and energy intake. Model 2 was further adjusted for BMI, physical activity and smoking status. Model 3 was simultaneously adjusted for all socio-economic variables. We previously checked for the absence of multicollinearity, assessed with Spearman correlation coefficients. Odds ratios and 95% confidence intervals were calculated.

Interaction between area of residence and level of education

Previous studies led in France^(10,11) suggested an interaction between level of education and area of residence, the South of France being of particular interest. We therefore investigated whether the association between level of education and diet varied according to the area of residence.

Results

Dietary patterns

The 'Healthy' pattern (*v.* the 'Less healthy' pattern) was characterized by a larger consumption of foods considered as healthy such as fruits (271.7 (SD 185.7) *v.* 241.3 (SD 155.1) g/d), cooked vegetables (188.0 (SD 117.2) *v.* 161.5 (SD 89.8) g/d) and olive oil (5.3 (SD 6.3) *v.* 4.3 (SD 5.0) g/d); and a larger score of adherence to dietary guidelines (9.6 (SD 1.9) *v.* 8.5 (SD 2.3); Table 1).

On the other hand, the 'Less healthy' pattern was characterized by higher energy intake (10 125 (SD 2221) kJ/d (2419.9 (SD 530.8) kcal/d) *v.* 8201 (SD 2043) kJ/d (1960.1 (SD 488.2) kcal/d) and a higher consumption of foods considered unhealthy such as French fries (10.8 (SD 11.3) *v.* 5.1 (SD 9.4) g/d), pizza (25.4 (SD 22.3) *v.* 14.7 (SD 20.2) g/d), sandwiches (12.5 (SD 20.1) *v.* 5.5 (SD 18.2) g/d) and processed meat (18.4 (SD 14.8) *v.* 7.8 (SD 11.7) g/d). We also compared the average consumption of fifteen food groups for women in each pattern with the average overall consumption in the study population (Fig. 1). The average consumption of fruits,



Table 1 Characteristics of the population according to the two dietary patterns identified by a latent class analysis (E3N cohort study; *n* 73 031)

	'Healthy' pattern (<i>n</i> 33 350)		'Less Healthy' pattern (<i>n</i> 39 681)	
	Mean or %	SD	Mean or %	SD
Food group* (g/d)				
Fruits	271.7	185.7	241.3	155.1
Cooked vegetables	188.0	117.2	161.5	89.8
Cereals	4.9	14.0	4.0	11.5
Fish	28.8	24.6	28.6	19.6
Olive oil	5.3	6.3	4.3	5.0
Tea	195.0	299.2	180.6	264.2
French fries	5.1	9.4	10.8	11.3
Pizza	14.7	20.2	25.4	22.3
Sandwich	5.5	18.2	12.5	20.1
Processed meat	7.8	11.7	18.4	14.8
Meat	54.1	36.1	60.7	31.9
Poultry	23.6	17.3	25.3	14.4
Butter	5.1	6.7	7.6	8.2
Wine	80.8	129.0	104.4	127.8
Coffee	281.0	279.1	299.3	257.9
Nutrient† (g/d)				
Energy (kJ/d)	8201	2043	10 125	2221
Energy (kcal/d)	1960.1	488.2	2419.9	530.8
Carbohydrates	209.3	68.0	255.7	68.0
Lipids	77.4	23.6	98.6	25.9
Proteins	90.0	24.5	104.0	23.9
Fibres	24.1	8.3	25.7	7.4
Alcohol	9.5	13.5	13.4	14.0
French dietary guidelines score‡				
Dietary guidelines score‡	9.6	1.9	8.5	2.3
Score < 8.31 (%)	22.6	—	41.8	—
8.31 ≤ score < 10.06 (%)	34.4	—	31.8	—
Score ≥ 10.06 (%)	43.0	—	26.4	—

Values are means and their standard deviations or percentages. *P* values were derived from Fisher's tests for continuous variables and from χ^2 tests for categorical variables. The statistical tests provided *P* < 0.0001 for each factor, except for 'Fish' where *P* = 0.3505. Higher values are indicated in bold font. *The fifteen most important foods groups that were used to derive the dietary patterns.

†These variables were used to describe the dietary patterns and were not used to derive the dietary patterns.

‡Higher dietary guidelines score means higher adherence to national nutritional recommendations.

cooked vegetables, cereals and olive oil was larger in women from the 'Healthy' pattern than in the overall population (+6.5, +8.3, +10.9 and +11.2%, respectively). The average consumption of French fries, pizza, sandwiches, processed meat, butter and wine was greater in women from the 'Less healthy' pattern than in the overall population (+31.4, +23.7, +34.3, +36.1, +17.4 and +11.5%, respectively).

Participant characteristics

Women from the 'Healthy' pattern were older than women from the 'Less Healthy' pattern (54.3 (SD 6.8) *v.* 51.8 (SD 6.3) years old), had a comparable BMI (22.9 (SD 3.3) *v.* 23.0 (SD 3.2) kg/m²) and a similar mean level of physical activity (49.3 (SD 52.5) *v.* 49.2 (SD 48.7) MET-h/week). No difference between the proportions of overweight and obese women was observed between the two groups (19.9 *v.* 20.0%). The smoking status of women from the 'Healthy' pattern and women from the 'Less healthy' pattern was quite comparable, with 13.2 and 13.7% being smokers in the two patterns, respectively.

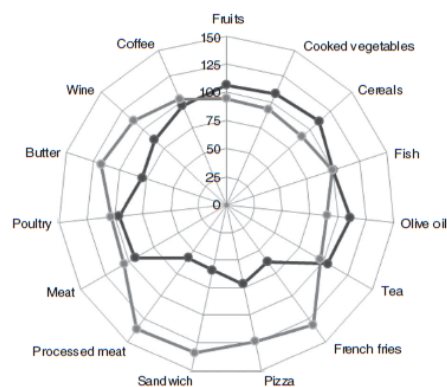


Fig. 1 Description of the two dietary patterns (E3N cohort study, *n* 73 031): comparison of the average consumption of the fifteen main food groups between women in the 'Healthy' pattern (—●—) and women in the 'Less Healthy' pattern (—○—). The average consumption in the pattern is expressed as a percentage of the average consumption of the entire population

Individual and contextual socio-economic factors associated with the 'Healthy' pattern

Table 2 presents the associations between the 'Healthy' dietary pattern and ten individual and contextual socio-economic factors.

Model 1 shows the age- and energy-adjusted association between each socio-economic factor and adherence to a 'Healthy' dietary pattern. In model 2 further adjusted for physical activity, BMI and smoking status, all associations remained similar to model 1. Regarding individual socio-economic factors taken into account one by one, having one or more children (OR = 0.86; 95% CI 0.81, 0.92 and OR = 0.63; 95% CI 0.60, 0.67 for one child and three children, respectively, *v.* no children), having an intermediate level of education (OR = 0.84; 95% CI 0.80, 0.89 *v.* less than a high-school diploma completed), having an intermediate income (OR = 0.91; 95% CI 0.86, 0.97 *v.* lowest income with less than €16 963/year) and being in a couple (OR = 0.71; 95% CI 0.68, 0.74 *v.* single) were associated with a lower probability of following the 'Healthy' pattern. No association was found between occupation status and following a 'Healthy' diet.

Regarding contextual socio-economic factors, living in quasi-urban or large urban areas (OR = 1.08; 95% CI 1.03, 1.14 and OR = 1.26; 95% CI 1.19, 1.33, respectively, *v.* rural areas) and working in cities with more than 10 000 inhabitants (OR = 1.14; 95% CI 1.08, 1.19 *v.* cities with 10 000 inhabitants or fewer) were associated with a higher probability of following the 'Healthy' pattern. Living in deprived areas (OR = 0.90; 95% CI 0.87, 0.94 *v.* less deprived areas with FDep99 < -0.52) was associated with a lower probability of following the 'Healthy' pattern.

ANNEXE 6 : Article 1 publié dans *Public Health Nutrition* « Socio-economic factors associated with a healthy diet : results from the E3N study »



Socio-economic factors and diet: the E3N study

5

Table 2 Socio-economic factors and individual characteristics associated with the 'Healthy' dietary pattern (E3N cohort study, *n* 73 031)

	'Healthy' pattern (<i>n</i> 33 350)		Model 1		Model 2		Model 3	
	<i>n</i>	%	OR*	95% CI	OR*	95% CI	OR*	95% CI
Socio-economic individual factors								
Level of education								
<High-school diploma	4130	50.5		Ref.		Ref.		Ref.
Up to 2 university years	17 427	44.9	0.84	0.80, 0.89	0.84	0.80, 0.89	0.84	0.79, 0.90
>2 university years	11 793	45.2	0.96	0.90, 1.01	0.96	0.90, 1.01	0.89	0.83, 0.95
Occupation								
No	12 348	54.1		Ref.		Ref.		Ref.
Yes	21 002	41.8	1.03	0.98, 1.08	1.03	0.98, 1.08	1.22	1.06, 1.40
Woman's income (<i>n</i> 62 713; €/year)								
(<i>n</i> 28 190)								
<16 963	3497	45.1		Ref.		Ref.		Ref.
16 963–17 713	8789	44.0	0.95	0.89, 1.00	0.95	0.89, 1.00	1.06	0.99, 1.14
17 713–24 156	6599	45.7	0.91	0.86, 0.97	0.91	0.86, 0.97	1.02	0.95, 1.09
≥24 156	9305	45.2	1.05	0.99, 1.11	1.05	0.99, 1.12	1.08	1.01, 1.16
Number of children								
0	4743	54.7		Ref.		Ref.		Ref.
1	5704	49.8	0.87	0.81, 0.92	0.86	0.81, 0.92	0.94	0.88, 1.00
2	13 699	43.2	0.69	0.65, 0.73	0.69	0.65, 0.72	0.77	0.73, 0.81
≥3	9204	43.4	0.64	0.60, 0.67	0.63	0.60, 0.67	0.70	0.66, 0.75
Marital status								
Single	6555	53.7		Ref.		Ref.		Ref.
Couple	26 795	44.0	0.72	0.68, 0.75	0.71	0.68, 0.74	0.79	0.75, 0.83
Socio-economic contextual factors								
Area of birth								
South	10 178	49.0		Ref.		Ref.		Ref.
West	3308	41.9	0.73	0.69, 0.78	0.74	0.69, 0.78	0.88	0.81, 0.94
North	4196	41.2	0.74	0.70, 0.78	0.74	0.71, 0.78	0.83	0.78, 0.89
East	5037	43.9	0.78	0.74, 0.82	0.78	0.74, 0.82	0.84	0.79, 0.90
Centre	2878	44.1	0.80	0.76, 0.86	0.81	0.76, 0.86	0.87	0.81, 0.94
Paris and suburbs	4930	46.1	0.89	0.85, 0.94	0.90	0.85, 0.94	0.89	0.84, 0.95
Dom-Tom	101	51.5	0.89	0.65, 1.22	0.90	0.65, 1.23	0.90	0.66, 1.24
Abroad	2722	51.6	1.03	0.96, 1.10	1.04	0.97, 1.11	1.06	0.99, 1.13
Area of residence								
South	12 728	49.7		Ref.		Ref.		Ref.
West	3163	39.7	0.70	0.66, 0.74	0.70	0.66, 0.74	0.78	0.72, 0.83
North	3775	40.2	0.74	0.70, 0.78	0.74	0.71, 0.78	0.84	0.79, 0.91
East	4439	43.2	0.80	0.75, 0.84	0.80	0.76, 0.84	0.90	0.84, 0.96
Centre	2564	43.3	0.80	0.75, 0.85	0.80	0.75, 0.85	0.88	0.82, 0.95
Paris and suburbs	6681	48.1	0.98	0.93, 1.02	0.98	0.94, 1.03	1.01	0.96, 1.07
Size of the agglomeration of residence								
Rural (<2000 inhabitants)	5075	42.7		Ref.		Ref.		Ref.
Quasi-rural (2000 to 9999 inhabitants)	8169	43.0	0.98	0.93, 1.03	0.98	0.93, 1.03	0.96	0.91, 1.01
Quasi-urban (10 000 to 99 999 inhabitants)	13 254	46.3	1.08	1.03, 1.14	1.08	1.03, 1.14	0.99	0.94, 1.04
Large urban areas (≥100 000 inhabitants)	6852	50.5	1.26	1.19, 1.33	1.26	1.19, 1.33	1.08	1.02, 1.15
Deprivation index (FDep99)								
<−0.52 (less deprived)	11 254	46.7		Ref.		Ref.		Ref.
−0.52–0.21	11 009	45.7	0.95	0.91, 0.99	0.95	0.91, 0.99	1.00	0.96, 1.05
≥0.21	11 087	44.6	0.90	0.87, 0.94	0.90	0.87, 0.94	1.00	0.95, 1.04
Size of the working agglomeration (<i>n</i> 15 947)								
≤10 000 inhabitants	4406	37.7		Ref.		Ref.		Ref.
>10 000 inhabitants	11 541	42.1	1.14	1.08, 1.19	1.14	1.08, 1.19	1.03	0.97, 1.08
Individual characteristics								
Age (years)								
≤47.2	6361	34.8		Ref.		Ref.		Ref.
47.2–51.7	7325	40.1	1.22	1.16, 1.27	1.22	1.16, 1.28	1.20	1.14, 1.25
51.7–57.7	8988	49.2	1.78	1.70, 1.86	1.78	1.70, 1.86	1.72	1.64, 1.81
>57.7	10 676	58.4	2.40	2.30, 2.52	2.41	2.30, 2.53	2.21	2.07, 2.35
BMI (kg/m ²)								
<18.5	1332	55.4	1.41	1.29, 1.55	1.41	1.29, 1.55	1.36	1.24, 1.49
18.5–25	25 372	45.3		Ref.		Ref.		Ref.
25–30	5488	45.9	0.98	0.93, 1.02	0.98	0.93, 1.02	0.99	0.95, 1.04
≥30	1158	44.2	1.09	0.99, 1.19	1.10	1.00, 1.20	1.09	0.99, 1.19
Physical activity (MET·h/week)								
≤22.9	8798	48.1		Ref.		Ref.		Ref.
22.9–37.8	8234	45.2	0.89	0.85, 0.93	0.89	0.85, 0.93	0.89	0.85, 0.93
37.8–60.7	7967	43.6	0.85	0.81, 0.89	0.84	0.80, 0.88	0.84	0.80, 0.88
>60.7	8351	45.8	0.92	0.88, 0.96	0.92	0.88, 0.96	0.92	0.87, 0.96



Table 2 Continued

	'Healthy' pattern (n 33 350)		Model 1		Model 2		Model 3	
	n	%	OR*	95 % CI	OR*	95 % CI	OR*	95 % CI
Smoking status								
Non-smoker	18 629	47.2		Ref.		Ref.		Ref.
Former smoker	10 311	43.4	0.90	0.87, 0.93	0.90	0.87, 0.94	0.89	0.85, 0.92
Smoker	4410	44.7	0.99	0.94, 1.04	0.99	0.94, 1.04	0.92	0.87, 0.97

Dom-Tom, overseas departments and territories of France; MET, metabolic equivalent of task; ref., reference category.

Model 1: adjusted for age and energy intake.

Model 2: model 1 adjusted for physical activity, smoking status and BMI.

Model 3: multi-adjusted model.

*An OR above 1 corresponds to a higher probability of following the 'Healthy' pattern; significant OR and 95 % CI are indicated in bold font.

Women born or living in areas of France other than the South were less likely to follow a 'Healthy' diet.

Moreover, in terms of individual characteristics, being older or obese was associated with a higher probability of following the 'Healthy' pattern (OR = 2.41; 95 % CI 2.30, 2.53 for fourth *v.* first quartile of age and OR = 1.10; 95 % CI 1.00, 1.20 for obese *v.* normal BMI, respectively), whereas a high physical activity level (OR = 0.92; 95 % CI 0.88, 0.96 *v.* the lowest physical activity level with 22.9 MET-h/week or less) or being a former smoker (OR = 0.90; 95 % CI 0.87, 0.94 *v.* no smoker) was associated with a lower probability of following the 'Healthy' dietary pattern.

The magnitudes of the associations suggested that having had three or more children was the strongest predictor (unadjusted on other socio-economic factors) of not following a healthy diet.

In model 3, where all socio-economic factors were adjusted for, most previous associations were only slightly attenuated. Changes that occurred after multiple adjustment were as follows: being more educated (OR = 0.89; 95 % CI 0.83, 0.95 *v.* less than a high-school diploma completed) was associated with a lower probability of following a 'Healthy' pattern; and having an occupation (OR = 1.22; 95 % CI 1.06, 1.40 *v.* no occupation) and a higher income (OR = 1.08; 95 % CI 1.01, 1.16 *v.* lowest income with less than €16 963/year) were associated with a higher probability of following the 'Healthy' pattern. Deprivation index and size of the agglomeration where working were no longer associated with diet after multiple adjustment.

Interaction between the area of residence and the level of education

We observed an interaction between the area of residence (South *v.* other areas of France) and the level of education ($P = 0.01$). In the South of France, women with no high-school diploma were more likely to follow a healthy diet than women having a level of education greater than two university years (OR = 1.14; 95 % CI 1.04, 1.26), whereas no difference was observed between extreme categories of level of education in the other areas (OR = 1.00; 95 % CI 0.93, 1.07).

Discussion

In the large E3N female cohort study where detailed information on diet and socio-economic status was collected, adherence to a 'Healthy' diet was shown to be highly dependent on various individual and contextual socio-economic factors.

Our main objective was to study the associations between a 'Healthy' diet and socio-economic factors (individual and contextual ones) using two complementary analytical approaches. The first one separately evaluated each socio-economic factor, allowing us to examine the issue of social inequities in diet across a variety of dimensions. The second accounted for all socio-economic factors simultaneously, highlighting all the independent socio-economic factors associated with following a healthy diet.

In the fully adjusted model, all studied socio-economic and individual characteristics were associated with diet, with the exception of the deprivation index and the size of the agglomeration where working.

Socio-economic individual factors and diet

Level of education and diet

In contrast to our study, Vlismas *et al.*⁽⁴²⁾, Kesse-Guyot *et al.*⁽⁴³⁾ and most of the literature have reported that people with high education levels have healthier dietary habits than those with a lower level of education. Despite the large socio-economic variability, it must be emphasized that the E3N women are more educated than the general population and that this could explain part of the results. Otherwise, an interaction between the level of education and the area of residence has been previously suggested in France^(10,11). On one hand, Wyndels *et al.*⁽¹¹⁾ did not observe any association between level of education and nutritional habits in southwestern France whereas a positive association between education level and healthy dietary habits was observed in northern and north-eastern France. On the other hand, Roos *et al.*⁽¹⁰⁾ suggested that in regions where consumption of healthy products such as fruit and vegetables is more common, lower social classes tend to consume more than higher social classes. Our results are in agreement with those



Socio-economic factors and diet: the E3N study

7

results. Indeed, we observed an interaction between the area of residence (South *v.* other areas of France) and the level of education. This interaction strengthens our hypothesis that the socio-economic–diet associations cannot solely be characterized by individual socio-economic factors such as the level of education and that it is essential to consider several socio-economic factors together.

Income, occupation and diet

In the fully adjusted model, women with higher income were more likely to follow a healthy diet and our results are in agreement with previous reports^(11,32).

Occupational status has not been frequently studied as a binary variable. In our study, active women were more likely to follow a healthy diet. Bertin *et al.*⁽³⁰⁾ reported similar results, with inactive women (excluding retired women) more likely to be adherent to 'traditional' (including meat, bread, cheese and alcoholic beverages) and 'sandwiches' patterns and less prone to be adherent to a 'diversified' pattern.

Marital status and diet

In our study, women being in a couple were more likely to follow a healthy pattern, in agreement with a report where single women were less prone to follow national dietary guidelines⁽⁴⁴⁾.

Socio-economic contextual factors and diet

Areas of birth, residence and work in relation to diet

We reported that the place of birth and the place of residence were both associated with diet, with women born and living in the West, North, East or Centre of France having lower probability to follow a healthy diet than women born and living in the South. This agrees with previous studies in the literature that demonstrated the existence of a north–south gradient in France, with southern populations characterized by higher consumption of fruit, vegetables and olive oil^(45–47). It has also been reported that French women living in the South of France were more likely to be adherent to a 'diversified' pattern and less prone to be adherent to a 'sandwiches' pattern⁽³⁰⁾. Regarding Paris and suburbs, there was an inverse association between being born there and following a healthy diet, but no association was observed for living there.

Women living in urban areas were more prone to follow a healthy diet than their counterparts living in rural areas or smaller cities. Other studies have similarly observed that in France, with globalization and changes in diet and physical activity habits, rural populations are nowadays more likely to be obese⁽⁴⁸⁾ and to follow unhealthy diets⁽⁴⁵⁾. It has also been reported that women living in urban areas were less likely to follow a 'traditional' diet that includes several unhealthy foods⁽³⁰⁾.

Deprivation index and diet

The deprivation index reflects the contextual environment and we hypothesized that it was the best marker of access to healthy foods available in our study^(49–51). We did not observe any association between deprivation index and diet in the fully adjusted model. Although associations have been reported between area characteristics and residents' diets^(52,53), these associations have also been challenged⁽³¹⁾. There was an association between the deprivation index and diet in the univariate model, suggesting that the deprivation index was encapsulating the composition effect of other socio-economic variables.

Individual characteristics and diet

While our results were consistent with those from previous studies on smoking status and age, with non-smoking and older women being more likely to follow a healthy diet⁽⁴³⁾, we observed unexpected results for physical activity⁽⁵⁴⁾. Our results showed that healthy behaviours were not always positively correlated, which underlines the existence of complex interactions between socio-economic factors and healthy behaviours. An alternative explanation is that these results could be due to reverse causality which cannot be completely ruled out.

The strongest gradient was observed between age and the odds of following a healthy diet, with women older than 57.7 years having a 2.2-fold higher probability to follow a healthy diet than women younger than 47.2 years. It seems of major importance to better understand the mechanisms involved in this association to provide more effective public health strategies adapted to different population groups. Younger women may have less time to cook because of their professional activity and this should be considered in prevention strategies. Younger women may also be less health-conscious than older women.

The second strongest gradient was observed between the number of children and the odds of following a healthy diet, with women with children being less prone to follow a healthy diet than women without children. Few studies have previously reported on this relationship: Bertin *et al.*⁽³⁰⁾ showed that single women with a child were more adherent to a 'sandwiches' pattern and Elstgeest *et al.*⁽⁵⁵⁾ showed that women living in a family had lower scores on the 'Mediterranean-style' and 'fruit' patterns. As suggested previously⁽⁵⁵⁾, our results could be explained by the increased demands of family responsibilities for the women and less time to spend on food decisions and preparation. Familial context seems to play an important role in dietary profiles and it appears important to take it into account.

Limitations and strengths

The current work has some limitations. As the study was cross-sectional, causality cannot be inferred. Nevertheless we were able to provide a large overview of the associations between the socio-economic environment and diet.



We acknowledge that the socio-economic data used here do not encompass the entire socio-economic status. For example, childhood socio-economic environment was not accounted for. Hare-Bruun *et al.*⁽⁶⁾ found that the childhood socio-economic status was a determinant of adult female dietary patterns. As socio-economic factors may operate at different levels and through different causal pathways throughout the life course, obtaining socio-economic information from childhood has been reported as important⁽¹⁸⁾. Some contextual socio-economic data such as access to grocery stores, transportation and neighbourhood safety were not available in the E3N cohort and consequently could not be studied. We also missed having complete data on retirement and household income, and we used the occupational status and the individual income as proxies.

Moreover, measurement bias could exist, as participants' abilities to report their diet might be influenced by socio-economic factors. Under-reporting has, for example, been associated with both lower and higher levels of education. It can be explained by poor literacy skills in lower social classes and it may be connected to the healthy image of foods and the wish to convey a socially desirable image in higher social classes⁽⁵⁶⁾. Also, women in the E3N study are more health-conscious and more homogeneous concerning educational level and occupation than the general population. E3N is composed mainly of female teachers but work such as housekeeper, director and farmer for example are also represented, which ensures us a large socio-economic variability. Therefore, our results could not be directly extrapolated to the general population. However, we have still been able to observe a large socio-economic variability and strong gradients of associations between socio-economic factors and diet in our selected population. We assume that these associations would have been even stronger in the general population where a greater variability in diet and socio-economic environment exists.

On the other hand, our work also has several strengths. The present study has a strong statistical power. We were able to highlight numerous associations between diet and the socio-economic environment. Even if our results cannot be directly generalized to the general population, they reinforce the idea of a true complex socio-economic gradient in the population and of large socio-economic disparities even within groups of rather high socio-economic status. We derived two dietary patterns using LCA, an underused and innovative statistical method in nutritional epidemiology. The two patterns obtained were in accordance with those derived with traditional methods^(5,57) and had the advantage of being mutually exclusive. In our iterative tests to select the optimal number of patterns, it appeared that an LCA with four dietary patterns was an option; but on closer examination, two of them were actually a moderate version of either the 'Healthy' or the 'Less Healthy' pattern with similar characteristics. Therefore we decided to keep only two dietary patterns, 'Healthy' and 'Less Healthy', with more statistical power to run accurate analyses. In nutritional

epidemiology, LCA has already been used to derive behavioural patterns in relation to diet^(39,58,59) and also to derive dietary patterns based on detailed food consumption^(38,40,41,60,61). Nevertheless, ours is the first study, using this methodology, with so many details on both dietary and socio-economic information in such a large population. To the best of our knowledge, the present study is also the first one to investigate the association between a deprivation index and diet in a French context. Furthermore, we were able to simultaneously study various individual and contextual socio-economic factors. Consistently with other studies^(18,20,30,62,63), our results have shown the need to consider more than one socio-economic factor, especially the commonly used 'level of education', to capture the complex relationships between the socio-economic environment and diet. Each socio-economic factor has been suggested to reflect different underlying social processes⁽²⁰⁾. Socio-economic environment has to be considered as a whole network in which individual and contextual factors act together. Understanding this network will help us to better understand the adoption of dietary patterns and develop efficient nutritional recommendations.

Conclusion

In conclusion, we confirmed that socio-economic environment is a complex network composed of individual and contextual factors and is strongly associated with dietary patterns. We observed that, when investigating their potential impact on diet, socio-economic factors are not interchangeable, and that the kind of data included in the analysis is of importance. In our study, being older, less educated, having no children, having an occupation, having a high income, being single, and living in urban areas or in the South of France were associated with a healthy diet. Our results highlight the need for considering several individual and contextual socio-economic variables simultaneously, rather than a single factor such as the level of education, in order to better account for the numerous dimensions of socio-economic status. Based on our findings, we suggest future public health and nutritional prevention strategies be modulated according to the individual's socio-economic disadvantage, defined both by the individual's characteristics and the contextual environment, as it can lead to inequalities in access to healthy foods. Further studies examining the impact of socio-economic environment on the evolution of dietary patterns throughout time are now needed.

Acknowledgements

Acknowledgements: The authors are grateful to all participants for providing the data used in the E3N study. *Financial support:* The E3N cohort is being carried out with the financial support of 'Mutuelle Générale de l'Education

A Affret *et al.*



Socio-economic factors and diet: the E3N study

9

Nationale' (MGEN); European Community; French League against Cancer (LNCC); Gustave Roussy Institute (GR); and French Institute of Health and Medical Research (Inserm). This present work was supported by a grant from the French National Cancer Institute (INCa) and a grant from the World Cancer Research Fund (WCRF; grant number 2015/1389). A.A. is supported by a doctoral grant from INCa. The MGEN, European Community, LNCC, GR, Inserm, INCa and WCRF had no role in the design, analysis or writing of this article. *Conflict of interest:* None. *Authorship:* A.A., F.C.-C., M.-C.B.-R., and G.F. contributed to the data collection; A.A. and G.F. formulated the research questions and designed the research; A.A. performed the statistical analysis and primary manuscript preparation; A.A. and G.F. wrote the paper; G.F. has primary responsibility for the final content; G.S., C.D., G.R., C.D.P., M.-C.B.-R. and F.C.-C. reviewed the paper and revised it critically. All authors read and approved the final manuscript. *Ethics of human subject participation:* This study was conducted according to the guidelines laid down in the Declaration of Helsinki and all procedures involving human subjects were approved by the French National Commission for Computerized Data and Individual Freedom (CNIL). All women signed a letter of informed consent to allow their data to be stored, as required by the CNIL.

References

- Jacobs DR Jr (2014) What comes first: the food or the nutrient? Executive summary of a symposium. *J Nutr* **144**, 4 Suppl., 543S–546S.
- Kant AK (2004) Dietary patterns and health outcomes. *J Am Diet Assoc* **104**, 615–635.
- Dietary Guidelines Advisory Committee (2015) *Scientific Advisory Report of the 2015 Dietary Guidelines Advisory Committee. Advisory Report to the Secretary of Health and Human Services and the Secretary of Agriculture*. Washington, DC: US Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
- World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research (2009) *Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: A Global Perspective*. Washington, DC: AICR.
- Giskes K, Avendano M, Brug J *et al.* (2010) A systematic review of studies on socioeconomic inequalities in dietary intakes associated with weight gain and overweight/obesity conducted among European adults. *Obes Rev* **11**, 413–429.
- Hare-Bruun H, Togo P, Andersen LB *et al.* (2011) Adult food intake patterns are related to adult and childhood socioeconomic status. *J Nutr* **141**, 928–934.
- Leech RM, McNaughton SA & Timperio A (2014) The clustering of diet, physical activity and sedentary behavior in children and adolescents: a review. *Int J Behav Nutr Phys Act* **11**, 4.
- Pechey R, Jebb SA, Kelly MP *et al.* (2013) Socioeconomic differences in purchases of more vs. less healthy foods and beverages: analysis of over 25,000 British households in 2010. *Soc Sci Med* **92**, 22–26.
- Whichelow MJ & Prevost AT (1996) Dietary patterns and their associations with demographic, lifestyle and health variables in a random sample of British adults. *Br J Nutr* **76**, 17–30.
- Roos G, Johansson L, Kasmel A *et al.* (2001) Disparities in vegetable and fruit consumption: European cases from the north to the south. *Public Health Nutr* **4**, 35–43.
- Wyndels K, Dallongeville J, Simon C *et al.* (2011) Regional factors interact with educational and income tax levels to influence food intake in France. *Eur J Clin Nutr* **65**, 1067–1075.
- Mackenbach JP, Stirbu I, Roskam AJ *et al.* (2008) Socio-economic inequalities in health in 22 European countries. *N Engl J Med* **358**, 2468–2481.
- Menvielle G, Leclerc A, Chastang JF *et al.* (2007) Changes in socioeconomic inequalities in cancer mortality rates among French men between 1968 and 1996. *Am J Public Health* **97**, 2082–2087.
- Windenberger F, Rican S, Jouglu E *et al.* (2012) Spatio-temporal association between deprivation and mortality: trends in France during the nineties. *Eur J Public Health* **22**, 347–353.
- Marmot M, Allen J, Bell R *et al.* (2012) WHO European review of social determinants of health and the health divide. *Lancet* **380**, 1011–1029.
- Agardh E, Allebeck P, Hallqvist J *et al.* (2011) Type 2 diabetes incidence and socio-economic position: a systematic review and meta-analysis. *Int J Epidemiol* **40**, 804–818.
- Espelt A, Borrell C, Roskam AJ *et al.* (2008) Socioeconomic inequalities in diabetes mellitus across Europe at the beginning of the 21st century. *Diabetologia* **51**, 1971–1979.
- Braveman PA, Cubbin C, Egerter S *et al.* (2005) Socio-economic status in health research: one size does not fit all. *JAMA* **294**, 2879–2888.
- Lassale C, Galan P, Castetbon K *et al.* (2013) Differential association between adherence to nutritional recommendations and body weight status across educational levels: a cross-sectional study. *Prev Med* **57**, 488–493.
- Turrell G, Hewitt B, Patterson C *et al.* (2003) Measuring socio-economic position in dietary research: is choice of socio-economic indicator important? *Public Health Nutr* **6**, 191–200.
- Liberatos P, Link BG & Kelsey JL (1988) The measurement of social class in epidemiology. *Epidemiol Rev* **10**, 87–121.
- Damon N & Drewnowski A (2008) Does social class predict diet quality? *Am J Clin Nutr* **87**, 1107–1117.
- Clavel-Chapelon F, van Liere MJ, Guibout C *et al.* (1997) E3N, a French cohort study on cancer risk factors. E3N Group. Etude Epidemiologique aupres de femmes de l'Education Nationale. *Eur J Cancer Prev* **6**, 473–478.
- Riboli E & Kaaks R (1997) The EPIC Project: rationale and study design. European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Int J Epidemiol* **26**, Suppl. 1, S6–S14.
- Cottet V, Touvier M, Fournier A *et al.* (2009) Postmenopausal breast cancer risk and dietary patterns in the E3N-EPIC prospective cohort study. *Am J Epidemiol* **170**, 1257–1267.
- van Liere MJ, Lucas F, Clavel F *et al.* (1997) Relative validity and reproducibility of a French dietary history questionnaire. *Int J Epidemiol* **26**, Suppl. 1, S128–S136.
- Estaquio C, Kesse-Guyot E, Deschamps V *et al.* (2009) Adherence to the French Programme National Nutrition Sante Guideline Score is associated with better nutrient intake and nutritional status. *J Am Diet Assoc* **109**, 1031–1041.
- Rey G, Jouglu E, Fouillet A *et al.* (2009) Ecological association between a deprivation index and mortality in France over the period 1997–2001: variations with spatial scale, degree of urbanicity, age, gender and cause of death. *BMC Public Health* **9**, 33.
- Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (2016) Homepage <http://www.insee.fr/> (accessed January 2017).
- Bertin M, Touvier M, Dubuisson C *et al.* (2016) Dietary patterns of French adults: associations with demographic, socio-economic and behavioural factors. *J Hum Nutr Diet* **29**, 241–254.
- Macintyre S (2007) Deprivation amplification revisited; or, is it always true that poorer places have poorer access to resources for healthy diets and physical activity? *Int J Behav Nutr Phys Act* **4**, 32.

ANNEXE 6 : Article 1 publié dans *Public Health Nutrition* « Socio-economic factors associated with a healthy diet : results from the E3N study »



10

A Affret *et al.*

32. Perrin AE, Dallongeville J, Ducimetiere P *et al.* (2005) Interactions between traditional regional determinants and socio-economic status on dietary patterns in a sample of French men. *Br J Nutr* **93**, 109–114.
33. Beenackers MA, Kamphuis CB, Giskes K *et al.* (2012) Socioeconomic inequalities in occupational, leisure-time, and transport related physical activity among European adults: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act* **9**, 116.
34. Cameron AJ, Spence AC, Laws R *et al.* (2015) A review of the relationship between socioeconomic position and the early-life predictors of obesity. *Curr Obes Rep* **4**, 350–362.
35. Hiscock R, Bauld L, Amos A *et al.* (2012) Socioeconomic status and smoking: a review. *Ann N Y Acad Sci* **1248**, 107–123.
36. Lanza ST, Collins LM, Lemmon DR *et al.* (2007) PROC LCA: a SAS procedure for latent class analysis. *Struct Equ Modeling* **14**, 671–694.
37. Muthen B & Muthen LK (2000) Integrating person-centered and variable-centered analyses: growth mixture modeling with latent trajectory classes. *Alcohol Clin Exp Res* **24**, 882–891.
38. Harrington JM, Dahly DL, Fitzgerald AP *et al.* (2014) Capturing changes in dietary patterns among older adults: a latent class analysis of an ageing Irish cohort. *Public Health Nutr* **17**, 2674–2686.
39. Keshтели AH, Feizi A, Esmailzadeh A *et al.* (2015) Patterns of dietary behaviours identified by latent class analysis are associated with chronic uninvestigated dyspepsia. *Br J Nutr* **113**, 803–812.
40. Sotres-Alvarez D, Siega-Riz AM, Herring AH *et al.* (2013) Maternal dietary patterns are associated with risk of neural tube and congenital heart defects. *Am J Epidemiol* **177**, 1279–1288.
41. Tongersen L, Ystrom E, Siega-Riz AM *et al.* (2015) Maternal eating disorder and infant diet. A latent class analysis based on the Norwegian Mother and Child Cohort Study (MoBa). *Appetite* **84**, 291–298.
42. Vlismas K, Stavrinou V & Panagiotakos DB (2009) Socio-economic status, dietary habits and health-related outcomes in various parts of the world: a review. *Cent Eur J Public Health* **17**, 55–63.
43. Kesse-Guyot E, Bertrais S, Peneau S *et al.* (2009) Dietary patterns and their sociodemographic and behavioural correlates in French middle-aged adults from the SU.VI. MAX cohort. *Eur J Clin Nutr* **63**, 521–528.
44. Malon A, Deschamps V, Salanave B *et al.* (2010) Compliance with French nutrition and health program recommendations is strongly associated with socioeconomic characteristics in the general adult population. *J Am Diet Assoc* **110**, 848–856.
45. Bamia C, Orfanos P, Ferrari P *et al.* (2005) Dietary patterns among older Europeans: the EPIC-Elderly study. *Br J Nutr* **94**, 100–113.
46. Dubuisson C, Loret S, Touvier M *et al.* (2010) Trends in food and nutritional intakes of French adults from 1999 to 2007: results from the INCA surveys. *Br J Nutr* **103**, 1035–1048.
47. Kesse E, Boutron-Ruault MC & Clavel-Chapelon F (2005) Regional dietary habits of French women born between 1925 and 1950. *Eur J Nutr* **44**, 285–292.
48. Fillol F, Dubuisson C, Lafay L *et al.* (2011) Accounting for the multidimensional nature of the relationship between adult obesity and socio-economic status: the French second National Individual Survey on Food Consumption (INCA 2) dietary survey (2006–07). *Br J Nutr* **106**, 1602–1608.
49. Cummins S & Macintyre S (2006) Food environments and obesity – neighbourhood or nation? *Int J Epidemiol* **35**, 100–104.
50. Eisenhauer E (2001) In poor health: supermarket redlining and urban nutrition. *Geojournal* **53**, 125–133.
51. Wrigley N, Warm D & Margetts B (2003) Deprivation, diet and food retail access: findings from the Leeds 'food deserts' study. *Environ Plan A* **35**, 151–188.
52. Laraia BA, Siega-Riz AM, Kaufman JS *et al.* (2004) Proximity of supermarkets is positively associated with diet quality index for pregnancy. *Prev Med* **39**, 869–875.
53. Moore LV, Diez Roux AV, Nettleton JA *et al.* (2008) Associations of the local food environment with diet quality – a comparison of assessments based on surveys and geographic information systems: the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Am J Epidemiol* **167**, 917–924.
54. Estaquio C, Druenes-Pecollo N, Latino-Martel P *et al.* (2008) Socioeconomic differences in fruit and vegetable consumption among middle-aged French adults: adherence to the 5 A Day recommendation. *J Am Diet Assoc* **108**, 2021–2030.
55. Elstgeest LE, Mishra GD & Dobson AJ (2012) Transitions in living arrangements are associated with changes in dietary patterns in young women. *J Nutr* **142**, 1561–1567.
56. MacLennan J & Blundell J (1998) Assessing dietary intake: who, what and why of under-reporting. *Nutr Res Rev* **11**, 231–253.
57. Martinez-Gonzalez MA & Martin-Calvo N (2013) The major European dietary patterns and metabolic syndrome. *Rev Endocr Metab Disord* **14**, 265–271.
58. Pereira S, Katzmarzyk PT, Gomes TN *et al.* (2015) Profiling physical activity, diet, screen and sleep habits in Portuguese children. *Nutrients* **7**, 4345–4362.
59. Saneei P, Esmailzadeh A, Keshтели AH *et al.* (2015) Patterns of dietary habits in relation to obesity in Iranian adults. *Eur J Nutr* **55**, 713–728.
60. Padmadas SS, Dias JG & Willekens FJ (2006) Disentangling women's responses on complex dietary intake patterns from an Indian cross-sectional survey: a latent class analysis. *Public Health Nutr* **9**, 204–211.
61. Sotres-Alvarez D, Herring AH & Siega-Riz AM (2010) Latent class analysis is useful to classify pregnant women into dietary patterns. *J Nutr* **140**, 2253–2259.
62. Galobardes B, Morabia A & Bernstein MS (2001) Diet and socioeconomic position: does the use of different indicators matter? *Int J Epidemiol* **30**, 334–340.
63. Zamowiecki D, Ball K, Parletta N *et al.* (2014) Describing socioeconomic gradients in children's diets – does the socioeconomic indicator used matter? *Int J Behav Nutr Phys Act* **11**, 44.

Annexe 7 : Article 2 accepté pour publication dans *Public Health Nutrition* « *Socio-economic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption: a 12-year study in women from the E3N-EPIC study* ».

Socioeconomic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption: a 12-year study in women from the E3N-EPIC study

Aurélie Affret¹; Gianluca Severi^{1,2,3}; Courtney Dow¹; Francesca Romana Mancini¹; Grégoire Rey⁴; Cyrille Delpierre⁵; Françoise Clavel-Chapelon¹; Marie-Christine Boutron-Ruault¹; Guy Fagherazzi¹

Affiliations

1: Centre for Research in Epidemiology and Population Health (CESP), U1018 Inserm, Facultés de médecine Universités Paris-Sud, UVSQ, Université Paris-Saclay, Gustave Roussy, 94805, Villejuif, France.

2: Human Genetics Foundation (HuGeF), Torino, Italy

3: Centre for Epidemiology and Biostatistics, The University of Melbourne, Melbourne, Australia

4: Inserm, CépiDc, Le Kremlin-Bicêtre, France

5: Inserm U1027, Université Toulouse III, Toulouse, France

Correspondence (and reprint requests) to:

Guy Fagherazzi

Center for Research in Epidemiology and Population Health (CESP), INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale) U1018, Team “Health across generations”, Gustave Roussy Institute, 114 rue Edouard Vaillant, 94805 Villejuif Cedex, France

Telephone: +33 1 42 11 61 40

Fax: + 33 1 42 11 40 00

Email: guy.fagherazzi@gustaveroussy.fr

Running title: SE factors and increase in F&V consumption

Abstract

Objective

The purpose of this study was to identify individual and contextual socioeconomic (SE) factors associated with an increase in fruit and vegetable (FV) consumption over a 12-year period and to evaluate if some SE factors were differentially associated with the change in consumption of some types of FV.

Design

Associations between FV consumption increase and socioeconomic factors were studied with multivariate logistic regressions.

Setting

E3N, a French prospective cohort study composed of 98 995 women.

Subjects

58 193 participants from the E3N study with information on diet in 1993 and 2005, and numerous individual and contextual SE factors available.

Results

Associations between SE factors and changes in FV consumption were observed for some individual SE factors. For instance, women who used to live in a large household (more than 3 children vs. no child) had higher probability of increasing their vegetable consumption (OR 1.33 [1.24-1.42]). This association was driven by higher consumption of zucchini and raw cucumber. Living with a partner was associated with a higher odd of increasing fruit consumption (OR 1.07 [1.02-1.13]) such as pear, peach and grapes consumption.

Conclusions

Certain individual SE factors but none of the contextual SE factors examined, were associated with an increase in FV consumption. Factors associated with an increase in total FV consumption were not necessarily associated with an increase in fruit or vegetable consumption when taken separately, or with an increase in each subtype of fruit or vegetable. The magnitudes of the different associations observed also differed when FV were considered together, separately or by subtypes. Increases in FV consumption

were mostly observed in women with high SE position. To develop effective nutritional interventions and policies that take the SE environment of individuals into account, we recommend future research to further focus 1) on the pathways through which population characteristics might influence changes in fruit and vegetable consumption and 2) on existing interactions between individual and contextual SE factors.

Keywords: Fruit and vegetable; Evolution of diet; Socioeconomic environment; E3N-EPIC cohort; Epidemiology.

Introduction

Consumption of fruit and vegetables is associated with a reduced risk of obesity⁽¹⁾, cardiovascular disease⁽²⁾, and some cancers⁽³⁾, as well as a lower risk of all-cause and cardiovascular mortality⁽⁴⁾. The protective effect of fruit and vegetables is attributed to their fiber content, essential micronutrients and non-nutritive phytochemicals⁽⁵⁾. International agencies^(6,7) and several countries⁽⁸⁻¹¹⁾ currently recommend people to consume more than five servings a day, disregarding the types of fruit or vegetables.

It is well established that dietary habits including fruit and vegetable consumption are strongly patterned by socioeconomic status⁽¹²⁻¹⁶⁾, with socioeconomically disadvantaged groups less likely to consume fruit and vegetables⁽¹⁷⁻¹⁹⁾. The socioeconomic (SE) environment of individuals is complex and multifactorial. Nevertheless, its influence has generally been studied by considering single specific and conventional socioeconomic factors⁽²⁰⁾ such as education⁽²¹⁾ or income tax⁽²²⁾. It has been suggested that, in order to capture the multidimensional nature of the socioeconomic environment, it is preferable to simultaneously consider several socioeconomic factors^(20,23). Socioeconomic variables are each operationally distinct, may influence health behaviors by conceptually different processes⁽²³⁾ and are not interchangeable. It is therefore recommended, when possible, to study the influence of the socioeconomic environment considering various individual and contextual SE factors.

The socioeconomic position of an individual is likely to be the result of all existing interactions between these factors⁽²⁴⁾, including money and time availabilities (examples of individual SE factors), access to grocery stores, transportation, and neighborhood safety (examples of contextual SE factors)⁽²⁵⁾.

It is of major importance for chronic disease prevention to understand the socioeconomic situations associated with having or moving to a healthier diet, since this may help health policy makers develop nutritional guidelines that consider the socioeconomic disparities and specifically address the socioeconomic groups that little respond to general health promoting messages.

Fruit and vegetable consumption is often used as a proxy for a healthy diet. Indeed, diets rich in fruit and vegetables have been associated with better overall health status⁽²⁶⁻³¹⁾. In addition, positive messages such as enhancing fruit and vegetable consumption are better accepted than messages focused on reducing unhealthy components of the diet^(32,33), and should lead to substitute fruit and vegetables to less healthy components.

Only a few large cohort studies have multiple dietary intake measurements repeated over time, rendering diet evolution studying difficult. Even though few studies have several dietary intake measures, to our knowledge, they have not considered the impact of both individual and contextual factors on the evolution of diet.

The present study aimed to evaluate for the first time the socioeconomic factors (both individual and contextual) associated with an increase in total fruit and vegetable consumption over a 12-year period, in women from the large E3N-EPIC prospective cohort study. Thanks to the detailed information in the data, we also have investigated whether these socioeconomic factors were associated with an increase in fruit or vegetable consumption taken separately, or even with an increase in specific fruits or vegetables consumption.

Methods

The E3N-EPIC cohort study

The E3N-EPIC study is a prospective cohort study of 98 995 French women recruited from a national health insurance plan covering people working in the national education system⁽³⁴⁾. E3N is the French component of the European EPIC study⁽³⁵⁾ and was initiated in 1990. The procedures followed were in accordance with the Helsinki Declaration of 1975 as revised in 1983 and all procedures involving human subjects were approved by the French National Commission for Computerized Data and Individual Freedom (CNIL). All women signed a letter of informed consent to allow their data to be stored, as required by the CNIL.

Participants were sent questionnaires to update health-related information and newly diagnosed diseases every 2 to 3 years. The average follow-up response rate is 83% (which decreases to 68% when considering food questionnaires which are more time-consuming), and overall, the total loss to follow-up since 1990 is below 3%.

Study population

A total of 74 522 women answered to the first food questionnaire in 1993 and among them, 60 380 women answered to the second one in 2005. We excluded those who under- or over-reported energy intake at these two time points (N=1 105 and N=1 082 respectively) as previously described⁽³⁶⁾. These women were in the top and bottom 1% of the energy intake to basal metabolic rate ratio distribution, computed on the basis of age, height and weight. After their exclusion, 58 193 women with available data

in 1993 and 2005 were included in the present study. The study selection process is reported in the **Supplementary Figure 1**.

Dietary data

Dietary data were self-reported in June 1993 and July 2005 using a validated diet history questionnaire⁽³⁷⁾. The questionnaire was divided into two parts. The first part quantified consumption by frequency (11 categories, from “never or less than once a month” to “seven times a week”) and portion sizes per food group or food item, and was grouped by meal occasions (8 occasions from breakfast to after-dinner snacks, including occasions such as the aperitifs before lunch and dinner). The second part provided more detailed qualitative information on separate items within one food group previously reported in the first part. In total we were able to compute quantities in grams per day for 238 food items (foods and beverages).

A score of adherence to the national dietary guidelines⁽³⁸⁾ was derived from the dietary data as previously described⁽³⁹⁾. The score ranges from 0 (minimal adherence to the dietary guidelines) to 15 (maximal adherence to the dietary guidelines).

Fruit and vegetable consumption

The national dietary guidelines definition of the fruit and vegetable group was used in this study⁽⁴⁰⁾. The fruit group was composed of fresh fruit, fruit in syrup, fruit puree and 100% pure fruit juice. The vegetable group included cooked and raw vegetables and soup. In total, information was available for 16 types of fresh fruit, 18 cooked vegetables and 16 raw vegetables. To study associations between socioeconomic factors and the most consumed fruit and vegetables subtypes, we identified the five most consumed fruits in the E3N-EPIC cohort in 1993: peaches, apples, grapefruit, pears, and grapes. The five most consumed cooked vegetables in the E3N-EPIC cohort in 1993 were: green beans, zucchini, carrots, tomatoes and endives. The five most consumed raw vegetables in the E3N-EPIC cohort in 1993 were: tomatoes, carrots, endives, cucumbers and radishes.

Standard ratio of fruit and vegetable consumption in 1993

National dietary guidelines recommend consuming at least 5 portions of fruit and vegetables per day, which corresponds to approximately 400 grams⁽⁴¹⁾. The mean national energy intake in women is around 1 800 Kcal⁽⁴²⁾. Therefore, in order to take the participants’ caloric intakes into account, we used the ‘FV intakes/energy intakes’ ratio. Rather than looking at the crude consumption of fruit and vegetables in grams per day, which would not be the best reflect of the physiological needs, we considered fruit and

vegetable consumption as a function of energy intake as previous studies did^(43,44). In addition, this provides a form of standardization and the ratio gives an estimate of how FV intakes contribute to the overall diet. For fruit and vegetable consumption the reference value was 400gr/1 800Kcal i.e. 0.22 g/Kcal. For fruit consumption and vegetable consumption considered separately, the references were 200gr/1 800Kcal i.e. 0.11 g/Kcal.

Increase in fruit and vegetable consumption over time

To study the increase in fruit and vegetable consumption over time, we considered changes in the daily intake to daily energy intake ratio between 1993 and 2005. The variable was categorized into a binary factor, “0=stability or decrease based on the ratio between 1993 and 2005/ 1=Increase in the ratio”, with 0 taken as the reference category.

Socioeconomic information

We considered both individual and contextual socioeconomic data in the E3N-EPIC study. The following individual socioeconomic variables were available in 1993: level of education (< high school diploma, up to 2 years of university, > 2 years of university), occupation in 1993 (currently working vs. not working), income (corresponding to the current professional activity reported by the women in 1992 or the last one if not currently working and divided into quartiles), number of children (4 categories: 0, 1, 2, 3 or more) and marital status (single vs. in couple). The contextual socioeconomic factors available in 1993 included place of residence in 1993 (six categories: Paris and suburbs, North, West, East, Centre and South), size of the city of residence in 1993 (computed from the *commune* of residence – the smallest administrative unit in France - and categorized as rural, i.e. areas with less than 2000 inhabitants, quasi-rural, i.e. areas with 2000 to 9999 inhabitants, quasi-urban, i.e. areas with 10000 to 99999 inhabitants and large urban, i.e. areas with 100000 or more inhabitants) and a deprivation index named FDep99⁽⁴⁵⁾ computed for each woman in 1993 from the information reported on their *commune* of residence. The FDep99 had been previously constructed at the *commune* level using four variables obtained from the 1999 population census and the tax authority’s 2001 household income data⁽⁴⁶⁾: median household income, percentage of high school graduates in the population aged 15 years and older, percentage of blue-collar workers in the active population, and unemployment rate.

We considered all these factors because they have been previously found to be related to diet^(22,47-49). Additionally, we included two less explored contextual socioeconomic variables as we estimated that they could help to better characterize the socioeconomic status of individuals: the geographical area of birth

(eight categories: Paris and suburbs, North, West, East, Centre, South, Dom-Tom (Overseas departments and territories of France) and Abroad) and the size of the work area (≤ 10000 inhabitants and >10000 inhabitants).

Individual characteristics

Age, body mass index (BMI, in Kg/m^2), level of physical activity (in metabolic equivalents, MET-hours/week) and smoking status (non-smoker, former smoker, or current smoker) were used for adjustment because they have been shown to be associated with diet as well as with the socioeconomic position^(47,50-52). All these data were available in 1993.

Statistical analysis

For variables with $<5\%$ of values missing, missing values were imputed with the median of the study population (quantitative variables) or the mode (qualitative variables). In the case of $\geq 5\%$ of missing values, a “missing” category was created.

Description of the population according to the standard ratio of fruit and vegetable consumption in 1993

Women were described in terms of individual characteristics and socioeconomic factors depending on whether their ratio of fruit and vegetable consumption in 1993 (See paragraph ‘Standard ratio of fruit and vegetable consumption in 1993’) was equal/above or below 0.22. When fruit and vegetable consumptions were studied separately, the ratio of 0.11 was considered.

Individual characteristics and socioeconomic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption over time.

Multivariable logistic regression models were performed to estimate odds-ratios (OR) of increasing consumption of fruit and vegetables over a 12-year period as well as their 95% confidence intervals (CI). Factors included in the fully-adjusted models were individual socioeconomic factors (level of education, occupation in 1993, income, number of children and marital status), contextual socioeconomic factors (place of residence in 1993, size of the city of residence in 1993, FDep99, geographical area of birth and size of the work area) and individual characteristics (age, body mass index, smoking status and level of physical activity). Models were also adjusted for energy intake evolution between 1993 and 2005

(Kcal/d) as well as baseline consumption of fruit and vegetables (only baseline consumption of fruit or vegetables, when considered separately) (g/d).

All statistical analyses were performed on SAS 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). A *P*-value<0.05 was considered statistically significant.

Results

Fruit and vegetable consumption and baseline characteristics

The main characteristics of the study population are summarized in **Table 1**. In comparison with women having fruit and vegetable consumption below the standard ratio, women with consumption equal to or over the standard ratio were older (28.1% vs. 16.0% with age > 57.2 years), more physically active (51.5% vs. 45.1% with physical activity > 37.9 MET-h/week), less frequently current smokers (11.5% vs. 16.4%) and had a comparable BMI (77.7% vs. 78.7% with normal BMI). In terms of socioeconomic individual factors and in comparison with women having fruit and vegetable consumption below the standard ratio, women with consumption equal to or over the standard ratio had similar level of education (89.9% vs. 90.0 % with more than high school diploma), income (28.5% vs. 30.2% in the highest quartile), number of children (29.4% vs. 28.2% with three or more children) and marital status (83.9% vs. 84.7% living with a partner) but they were less frequently with occupation (67.7% vs. 79.1%). In terms of socioeconomic contextual factors and in comparison with women having fruit and vegetable consumption below the standard ratio, women with consumption equal to or over the standard ratio were more frequently born and living in the South of France vs. North of France (30.2% and 37.1% vs. 23.6% and 28.7% for the South, and 12.0% and 11.1% vs. 18.1% and 16.8% for the North). No differences were observed in terms of deprivation index (33.8% vs. 34.6% living in the most deprived areas) and size of the agglomeration of residence (18.3% vs. 17.9% living in large urban areas). When separately considering the consumptions of fruit and vegetables, similar characteristics were observed for women with consumption equal to or over the standard ratio.

The main characteristics of the study population in terms of diet are summarized in **Supplemental table 1**. The mean intake of fruit and vegetable was 662.5±269.9 grams/d. For women having fruit and vegetable consumption below the standard ratio the mean intake was 400.4±136.1 grams/d, while for those having their consumption equal to or over the standard ratio the mean intake was 753.3±244.2 grams/d. In comparison with women having fruit and vegetable consumption below the standard ratio,

women with consumption equal to or over the standard ratio were more likely to consume higher quantities of food considered as healthy such as fish (29.8±22.5 g/d vs. 24.9±18.6 g/d) and olive oil (5.4±6.0 g/d vs. 3.0±3.9 g/d), and less quantities of foods considered as unhealthy such as French fries (6.8 ±9.2 g/d vs. 12.1±13.0 g/d), pizzas (18.7±20.1 g/d vs. 25.9±25.1 g/d), and sandwiches (7.1±15.4 g/d vs. 15.1±26.1 g/d). They had lower energy (2139.7 ±519.4 Kcal/d vs. 2417.1) and alcohol intakes (9.9±11.9 g/d vs. 16.0±17.1 g/d) as well as higher adherence to guidelines scores (9.6±1.9 vs. 7.5±2.0). When separately considering the consumptions of fruit and vegetables, similar characteristics were observed for women with consumption equal to or over the standard ratio.

Individual socioeconomic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption.

In the fully-adjusted models, higher level of education was positively associated with an increase in fruit consumption (OR 1.09 [1.00-1.18] ≥2 years of university vs. less than high school diploma), especially grapefruit consumption (OR 1.16 [1.08-1.25]). It was also associated with an increase in vegetable consumption (OR 1.17 [1.08-1.27]), especially cooked vegetables (e.g. OR 1.27 [1.17-1.37] for zucchini consumption) (**Table 2**). The increase in vegetable consumption was of 41.4 and 23.2 g/d on average for women with a level of education ≥ 2 years of university and lower than high school diploma, respectively.

Having an occupation was associated with a higher probability of increasing vegetable consumption (OR 1.20 [1.12-1.28] vs. without occupation) (with an exception of endive consumption - OR [0.99 [0.93-1.06]). The increase in vegetable consumption was of 48.6 and 14.6 g/d on average for women with and without an occupation, respectively. Having an occupation was not associated with an increasing fruit consumption, but was associated to increasing grapefruit (OR 1.14 [1.07-1.22]), pear (OR 1.14 [1.07-1.22]) and grape (OR 1.09 [1.02-1.17]) consumption (Table 2). The increase in fruit consumption was of 96.2 and 69.0 g/d on average for women with and with no occupation, respectively.

Intermediate incomes were modestly associated with a higher probability of increasing vegetable consumption (OR 1.12 [1.03-1.21] third vs. first quartile for income).

The association observed between “having 3 children or more” and the probability of increasing vegetable consumption was positive (OR 1.33 [1.24-1.42]), including raw cucumber consumption (OR 1.31 [1.23-1.40]) (Table 2). The increase in vegetable consumption was of 39.5 and 24.8 g/d on average for women with 3 children or more and women with no child, respectively.

Living with a partner was associated with a modestly higher probability of increasing fruit (OR 1.07 [1.02-1.13]) and raw vegetable consumptions (e.g. OR 1.14 [1.08-1.20] for radish consumption) (Table 2).

Contextual socioeconomic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption.

When considering contextual socioeconomic factors and the probability of increasing fruit and vegetable consumption, no association was observed except for a negative one concerning the size of the place of work (OR 0.90 [0.85-0.96] for cities with over 10000 inhabitants vs. smaller-size cities) (Table 3). The increase in fruit and vegetable consumption was of 139.8 and 161.6 g/d on average for women working in bigger and smaller cities, respectively.

Individual characteristics associated with an increase in fruit and vegetable consumption.

Being older was associated with a lower probability of increasing fruit and vegetable consumption over a 12-year period (OR 0.71 [0.67-0.77] fourth vs. first quartile for age). The association was stronger for vegetable (OR 0.63 [0.59-0.67]) than for fruit consumption (OR 0.86 [0.80-0.92]) and was observed for each type of raw and cooked vegetables. Regarding fruit consumption, only grapefruit (OR 0.90 [0.84-0.96]) and pear (OR 0.88 [0.82-0.94]) consumption were concerned by the association (Supplementary Table 2). The increase in fruit and vegetable consumption was of 162.2 and 70.8 g/d on average for the youngest and oldest women, respectively.

Having a higher BMI was only associated with an increase in vegetable consumption (OR 1.28 [1.15-1.42] obese vs. normal BMI). All the vegetable subtypes studied were concerned by the association with the exception of zucchini consumption (OR 1.08 [0.97-1.19]) (Supplementary Table 2).

Having a higher level of physical activity was positively associated with an increased fruit and vegetable consumption (OR 1.21 [1.15-1.28] for the fourth vs. first quartile of physical activity). The same was observed for the most consumed subtypes of fruit and vegetables except for green bean (OR 1.04 [0.98-1.09]) and endive consumption (OR 1.04 [0.99-1.10]) (Supplementary Table 2).

Current smoking was associated with a lower probability of increasing fruit (OR 0.81 [0.76-0.85]), and carrot and tomato consumptions (OR 0.85 [0.81-0.90] and OR 0.93 [0.88-0.99] respectively). It was also associated with a higher probability of increasing raw endive and cucumber consumptions (OR 1.06

[1.00-1.12] and OR 1.12 [1.06-1.19] respectively). Former smokers tended to decrease or maintain their apple and pear consumptions (OR 0.95 [0.91-0.98] and OR 0.94 [0.90-0.97] respectively) and to increase their raw endive, cucumber, and radish consumptions (OR 1.05 [1.01-1.09], OR 1.11 [1.07-1.15] and OR 1.05 [1.01-1.09] respectively) (Supplementary Table 2).

Discussion

In the large E3N-EPIC cohort, our study investigated the socioeconomic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption over a 12-year period. To our knowledge, this is the first prospective study to simultaneously consider the impact of individual and contextual socioeconomic factors on changes in fruit and vegetable consumption. In agreement with previously published cross-sectional studies^(25,53), our results show that long term changes in fruit and vegetable consumption are socioeconomically patterned. However, the socioeconomic factors associated with an increase in fruit consumption were not the same as those associated with an increase in vegetable consumption. The associations also differed according to fruit and vegetable subtypes.

It has previously been suggested that environmental determinants of fruit and vegetable could be different⁽¹⁸⁾. For example, the presence of fruit in the fruit bowl on the table at home may elicit fruit consumption and culture-specific eating patterns may determine the amount and the type of vegetables eaten during meals.

In our study, associations between socioeconomic status and changes in fruit and vegetable consumption over a 12-year period were observed for individual socioeconomic factors but not for contextual factors. Some studies have shown that contextual factors such as neighborhood socioeconomic status were associated with fruit and vegetable consumption⁽⁵⁴⁻⁵⁷⁾, in that, individuals living in neighborhoods with higher SE status had higher intakes of FV; however other studies were less conclusive in that respect^(58,59). Defining the contextual aspect of the SE environment and selecting relevant variables to study have been reported to be complex^(48,60,61). Therefore, there is still room to understand the complex interactions between individual and contextual factors to act on. In our study, all the considered contextual SE factors were found to be unrelated to FV consumption changes over time. It would be interesting to replicate our study design with other contextual SE factors than the ones available in the E3N study.

Higher education and physical activity levels were associated with an increase in fruit and vegetable consumption. Level of education and physical activity have previously been shown to be positively associated with fruit and vegetable consumption, in cross-sectional studies^(41,49,62). Educational level may

be associated with an increase in fruit and vegetable consumption through several pathways such as dietary knowledge and ability to interpret health education messages^(23,63). Regarding physical activity, our results suggest a global awareness about health and a combination of positive healthy behaviors. Having an occupation and an increased number of children were associated with a higher probability of increasing vegetable consumption. Positive associations between occupation level and consumption of both fruit and vegetables have been previously demonstrated in cross-sectional studies as well^(17,41) whereas having children provided mixed results⁽¹⁸⁾. Our findings that living with a partner was associated with a higher probability of increasing fruit consumption is in line with previous data⁽¹⁸⁾. Living with a partner may affect a person's FV intake via the partner's eating patterns, social support, socio-cultural norms and home availability of FV⁽¹⁸⁾. In France fruit and vegetables are sold by the kilogram, while other countries such as the UK tend to sell fruit and vegetables by smaller prepacked portions. Therefore, subjects who live on their own may be less prone to buy fruit and vegetables as well as to do home cooking of vegetables, especially while they are ageing. Also, social networks and supportive social norms have been suggested to be strongly associated with changes in fruit and vegetable consumption⁽⁶⁴⁾. It may partly explain the positive associations we observed between having an occupation, being in couple, having several children and the increase in FV consumption over the time.

When considering the descriptive characteristics of the population in 1993, in comparison with women having fruit and vegetable consumption below the standard ratio, women with consumption equal to or over the standard ratio had similar level of education, number of children and marital status and were less frequently with a professional activity. These results could suggest that the National Nutrition and Health Program^(9,18) which started to promote the consumption of 5 servings of fruit and vegetables per day in 2001 with the help of radio and TV announcements, was likely to have a greater impact on women living with a partner, with high education level, with an increased number of children and without professional activity. Women with high physical activity levels were already more likely to follow the recommendations and tended to increase their consumption over the 12-year period also suggesting a differential impact of the Program in people who were already health-conscious. Those results would be in line with previous results suggesting that National dietary guidelines, when not targeting specific subgroups, reinforce socioeconomic inequities^(64,65). Alternatively, we can observe that the adoption of healthy dietary patterns became of worldwide concern⁽⁶⁶⁾. Awareness about healthy diets and their positive impact emerged among several populations. In a recent publication⁽⁶⁷⁾, 'healthy diet' was found to be the first dish choice motive in a large sample of adults living in France. This may partly explain the overall increase in fruit and vegetable intakes observed in our population. However, it has been shown

that this increase was socioeconomically patterned. Reduction in health inequities became one of the worldwide priorities only few years ago^(68,69).

We have observed various and complex associations between socioeconomic factors and fruit and vegetables subtypes, suggesting that efficient nutritional guidelines cannot be solely obtained by encouraging the consumption of fruits and vegetables as a whole but rather by refining the recommendations according to the socioeconomic strata. To develop effective nutritional interventions and policies that take the socioeconomic environment of individuals into account, future research should focus on understanding 1) the pathways through which population characteristics might influence change in fruit and vegetable consumption as well as 2) existing interactions between individual and contextual factors. However, we believe that receiving more personalized nutritional guidelines (adapted to the socioeconomic profile of the individual) will help contribute to a better understanding and adoption of a healthy diet. Furthermore, beyond quantity, it may be important to promote the variety of fruit and vegetables to ensure nutritional adequacy⁽⁷⁰⁾.

Strengths and limitations

We are aware of some limitations in our study. Some contextual socioeconomic data such as access to grocery stores, transportation and, neighborhood safety are not available for the moment in the E3N-EPIC cohort but have been shown to be associated with fruit and vegetable consumption^(71,72). Our population study was only composed of women. However, dietary patterns have been shown to be gender-patterned⁽⁶⁴⁾. It would therefore be interesting to repeat the analyses among men. Also, women in the E3N-EPIC study tend to have a healthier diet, consume more fruit and vegetables (mean intake of fruit and vegetables being over the recommended 5 servings per day⁽⁴¹⁾) and are socioeconomically more homogeneous than the general population. However, we were still able to observe associations between socioeconomic factors and the evolution of fruit and vegetable consumption in our selected population and we assume that these associations would have been even stronger in the general population where a greater variability in diet and socioeconomic environment exists. Also, we were not able to quantify the increase in fruit and vegetable consumption due to the National Nutrition and Health Program⁽⁹⁾.

Our study has several strengths. We provided a comprehensive picture of the socioeconomic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption over time using dietary data with detailed information on subtypes of fruit and vegetable consumption. Dietary data were collected twice over a 12-year period, in a large sample of women. We studied fruit and vegetable consumption separately, which

has only been investigated few times^(18,41,73). Beyond that, to our knowledge, we are the first to study the factors associated with specific fruit and vegetable consumption. As previously recommended, we were also able to simultaneously consider various socioeconomic data including contextual and individual factors^(20,23,63,74).

Conclusion

Our results suggest that some individual, but not contextual socioeconomic factors are differentially associated with an increase in fruit or vegetable consumption, or with some fruit and vegetable subtypes. Level of education, number of children, marital and occupational status and level of physical activity were all associated with changes in fruit and vegetable consumption suggesting that, independently from the environment in which people live, nutritional prevention strategies should focus on actions that have an impact at an individual level (nutrition knowledge, attitudes to healthy eating, food motivation, resources, stressors and psychological resources). Individuals with higher socioeconomic position were more likely to increase their fruit and vegetable consumption. It would therefore be important to provide better health interventions in socio-economically disadvantaged groups. Our study also highlights that socioeconomic determinants of fruit and vegetable consumption evolution differ when studying fruit and vegetable consumption separately as well as according to fruit and vegetable subtypes, underlining the complexity of the diet-socioeconomic environment relationship. This information should be taken into account when developing nutritional prevention strategies to increase fruit and vegetable consumption in the general population. Such diet modifications could have a significant public health impact by decreasing the overall risk of some cancers or other chronic diseases in the general population.

Acknowledgments

The authors are grateful to all participants for providing the data used in the E3N-EPIC study.

Financial support

The E3N-EPIC cohort is being carried out with the financial support of the “Mutuelle Générale de l’Education Nationale”(MGEN); European Community; French League against Cancer (LNCC); Gustave Roussy (GR); French Institute of Health and Medical Research (Inserm). This present work was supported by a grant from the French National Cancer Institute (INCa) and a grant from the World Cancer Research Fund (WCRF) (Grant number: 2015/1389). AA is supported by a doctoral grant from the French National Cancer Institute. GF is supported by the French Research Agency (ANR, Agence Nationale de la Recherche) via an “Investissement d’Avenir” grant (investment for the future grant, ANR-10-COHO-0006) that supports the E4N study. The MGEN, European Community, LNCC, GR, Inserm, INCa, ANR and WCRF had no role in the design, analysis or writing of this article.

Conflict of interest

None.

Authorship

AA, FC-C, M-CB-R, and GF contributed to the data collection; AA and GF formulated the research questions, designed the research. AA performed the statistical analysis and primary manuscript preparation; AA and GF wrote the paper. GF has primary responsibility for the final content; and GS, CD, FRM, GR, CDP, M-CB-R and FC-C reviewed the paper and revised it critically. All authors read and approved the final manuscript.

Ethical standard disclosure

This study was conducted according to the guidelines laid down in the Declaration of Helsinki and all procedures involving human subjects were approved by the French National Commission for Computerized Data and Individual Freedom (CNIL). All women signed a letter of informed consent to allow their data to be stored, as required by the CNIL.

ANNEXE 7 : Article 2 accepté pour publication dans *Public Health Nutrition*
« Socio-economic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption: a 12-year study in women from the E3N-EPIC study »

Table 1: Baseline individual and socioeconomic characteristics of the population according to their fruit and vegetable consumption in 1993 (E3N-EPIC cohort study, $n=58\ 193$).

	Fruit and Vegetables		Fruit		Vegetables	
	Women consuming less than the ratio ^a <i>N=14 972</i>	Women consuming the ratio ^a or more <i>N=43 221</i>	Women consuming less than the ratio ^b <i>N=19 007</i>	Women consuming the ratio ^b or more <i>N=39 186</i>	Women consuming less than the ratio ^c <i>N=17 685</i>	Women consuming the ratio ^c or more <i>N=40 508</i>
Percentages %	Individual characteristics					
Age (years)	***		***		***	
≤ 47.1	33.4	22.1	31.4	21.9	31.0	22.4
47.1 - 51.5	28.8	23.7	27.9	23.6	27.5	23.9
51.5 - 57.2	21.8	26.1	22.5	26.2	22.7	26.0
> 57.2	16.0	28.1	18.2	28.3	18.8	27.7
BMI (Kg/m²)	***		**		***	
<18.5	3.8	3.1	3.4	3.2	4.1	2.9
18.5 -25	78.7	77.7	77.9	78.0	79.3	77.4
25 -30	14.2	16.1	15.2	15.8	13.6	16.5
≥30	3.3	3.1	3.5	3.0	3.0	3.2
Physical activity (MET-h/week)	***		***		***	
≤ 23.1	29.3	23.6	28.4	23.4	28.0	23.8
23.1 - 37.9	25.6	24.9	25.5	24.8	25.1	25.0
37.9 - 60.6	23.7	25.3	23.8	25.5	24.3	25.2
> 60.6	21.4	26.2	22.3	26.3	22.6	26.0
Smoking status	***		***		***	
Non -smoker	50.5	55.3	50.9	55.6	52.0	55.0
Former smoker	33.1	33.2	33.7	32.9	32.6	33.4
Smoker	16.4	11.5	15.4	11.5	15.4	11.6

To be followed next page

ANNEXE 7 : Article 2 accepté pour publication dans *Public Health Nutrition*
« Socio-economic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption: a 12-year study in women from the E3N-EPIC study »

	Fruit and Vegetables		Fruit		Vegetables	
	Women consuming less than the ratio ^a <i>N=14 972</i>	Women consuming the ratio ^a or more <i>N=43 221</i>	Women consuming less than the ratio ^b <i>N=19 007</i>	Women consuming less than the ratio ^a <i>N=39 186</i>	Women consuming the ratio ^a or more <i>N=17 685</i>	Women consuming less than the ratio ^b <i>N=40 508</i>
Socioeconomic individual factors						
Level of education	***		**		***	
< High school diploma	10.0	10.1	10.2	10.0	10.0	10.2
Up to 2 university years	51.6	54.4	52.6	54.2	51.9	54.4
> 2 university years	38.4	35.5	37.2	35.8	38.1	35.4
Occupation	***		***		***	
No	20.9	32.3	23.0	32.4	23.5	31.9
Yes	79.1	67.7	77.0	67.6	76.5	68.1
Women income (N=50771; €/year)	***		***		***	
< 16963	11.5	9.7	11.2	9.8	11.2	9.7
16963 -17713	27.5	28.4	27.7	28.4	27.8	28.4
17713 - 24156	18.4	20.5	19.4	20.2	18.7	20.5
≥ 24156	30.2	28.5	29.2	28.8	30.0	28.4
Number of children	***		***		***	
0	10.6	11.9	10.5	12.0	11.2	11.6
1	15.4	15.2	15.2	15.3	15.9	15.0
2	45.8	43.5	45.6	43.4	44.9	43.8
>=3	28.2	29.4	28.7	29.3	28.0	29.6
Marital status	*		***			
Living without partner	15.3	16.1	15.1	16.2	15.7	16.0
Living with a partner	84.7	83.9	84.9	83.8	84.3	84.0

To be followed next page

ANNEXE 7 : Article 2 accepté pour publication dans *Public Health Nutrition*
« Socio-economic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption: a 12-year study in women from the E3N-EPIC study »

	Fruit and Vegetables		Fruit		Vegetables	
	Women consuming less than the ratio ^a N=14 972	Women consuming the ratio ^a or more N=43 221	Women consuming less than the ratio ^b N=19 007	Women consuming less than the ratio ^a N=39 186	Women consuming the ratio ^a or more N=17 685	Women consuming less than the ratio ^b N=40 508
Socioeconomic contextual factors						
Area of birth	***		***		***	
South	23.6	30.2	25.9	29.8	24.0	30.6
West	11.2	10.8	11.2	10.8	11.2	10.8
North	18.1	12.0	16.6	12.1	17.1	12.0
East	16.7	15.5	16.3	15.6	16.8	15.4
Centre	8.3	9.4	8.1	9.6	9.0	9.1
Paris and suburbs	15.5	14.4	14.9	14.6	15.2	14.4
DOM-TOM	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3
Abroad	6.3	7.4	6.8	7.2	6.4	7.4
Area of residence	***		***		***	
South	28.7	37.1	31.6	36.7	29.2	37.5
West	11.4	11.0	11.4	10.9	11.5	10.9
North	16.8	11.1	15.5	11.2	15.6	11.3
East	15.6	13.8	15.1	13.8	15.8	13.6
Centre	7.4	8.6	7.3	8.7	8.2	8.3
Paris and suburbs	20.1	18.4	19.1	18.7	19.7	18.4
Size of the agglomeration of residence	***					
Rural (<2000 inhabitants)	17.1	16.4	17.6	16.0	16.5	16.6
Quasi-rural (2000 to 9999 inhabitants)	26.3	26.2	26.6	26.1	26.1	26.3
Quasi-urban (10000 to 99999 inhabitants)	38.7	39.1	38.3	39.4	39.3	38.9
Large urban areas (≥ 100000 inhabitants)	17.9	18.3	17.5	18.5	18.1	18.2
Deprivation index- FDep99						
< -0.51 -Less deprived	32.7	33.1	32.7	33.1	32.9	33.0
0.51 - 0.21	32.7	33.1	33.0	33.0	32.8	33.1
≥ 0.21	34.6	33.8	34.3	33.9	34.3	33.9
Size of the working agglomeration (N=33 453)	***		***		***	
≤ 10000 inhabitants	20.0	16.4	19.6	16.3	19.0	16.6
> 10000 inhabitants	45.1	38.4	43.5	38.5	43.9	38.5

BMI, Body Mass Index; MET, Metabolic equivalent.

^a The standard ratio used was “400g of fruit and vegetables/1800 Kcal”.

^b The standard ratio used was “200g of fruit/1800 Kcal”.

^c The standard ratio used was “200g of vegetables/1800 Kcal”.

Mean values were significantly different between both categories: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$.

ANNEXE 7 : Article 2 accepté pour publication dans *Public Health Nutrition*

« Socio-economic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption: a 12-year study in women from the E3N-EPIC study »

Table 2: Individual socioeconomic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption between 1993 and 2005 using multivariate logistic regression models **(a)**, with a focus on the most consumed type of fruit and vegetable **(b)** (E3N-EPIC cohort study, $n=58\ 193^*$).

a. Fruit and vegetable consumption

	Increase in the ratio « consumption/energy intake » between 1993 and 2005					
	Fruit and vegetables		Fruit		Vegetables	
	<i>N=37 333</i>		<i>N=37 304</i>		<i>N=32 993</i>	
	N (%)	OR ^a (95% CI)	N (%)	OR ^a (95% CI)	N (%)	OR ^a (95% CI)
Level of education						
< High school diploma	3537 (60.1)	REF	3647 (62.0)	REF	3012 (51.2)	REF
Up to 2 university years	20025 (64.1)	1.14 [1.05-1.23]	20014 (64.1)	1.07 [0.99-1.15]	17702 (56.7)	1.18 [1.09-1.27]
> 2 university years	13771 (65.3)	1.16 [1.07-1.26]	13643 (64.7)	1.09 [1.00-1.18]	12279 (58.2)	1.17 [1.08-1.27]
Occupation						
No	9750 (57.1)	REF	10161 (59.5)	REF	8431 (49.4)	REF
Yes	27583 (67.1)	1.21 [1.12-1.30]	27143 (65.6)	1.03 [0.96-1.11]	24562 (59.7)	1.20 [1.12-1.28]
Women's income (€/year)						
< 16 963	3828 (64.5)	REF	3855 (65.0)	REF	3260 (55.0)	REF
16 963 -17 713	10641 (64.9)	1.04 [0.96-1.13]	10532 (64.2)	1.00 [0.93-1.08]	9401 (57.3)	1.11 [1.02-1.20]
17 713 - 24 156	7385 (63.6)	1.02 [0.94-1.11]	7459 (64.2)	1.02 [0.94-1.11]	6527 (56.2)	1.12 [1.03-1.21]
≥ 24 156	10920 (64.9)	0.97 [0.89-1.05]	10841 (64.5)	0.97 [0.89-1.05]	9746 (57.9)	1.08 [0.99-1.17]
Number of children						
0	4043 (60.4)	REF	4144 (61.9)	REF	3544 (52.9)	REF
1	5677 (63.9)	1.11 [1.03-1.20]	5654 (63.7)	1.02 [0.95-1.10]	5044 (56.8)	1.13 [1.05-1.22]
2	16770 (65.3)	1.19 [1.11-1.27]	16769 (65.3)	1.08 [1.01-1.15]	14739 (57.4)	1.19 [1.11-1.27]
≥3	10843 (64.0)	1.24 [1.16-1.33]	10737 (63.4)	1.05 [0.98-1.12]	9666 (57.0)	1.33 [1.24-1.42]
Marital status						
Living without partner	5690 (61.5)	REF	5703 (61.7)	REF	5063 (54.8)	REF
Living with a partner	31643 (64.6)	1.05 [1.00-1.11]	31601 (64.6)	1.07 [1.02-1.13]	27930 (57.1)	1.04 [0.98-1.09]

ANNEXE 7 : Article 2 accepté pour publication dans *Public Health Nutrition*
« Socio-economic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption: a 12-year study in women from the E3N-EPIC study »

b. Most consumed fruits and vegetables

		Increase in the ratio « consumption/energy intake » between 1993 and 2005												
		Most consumed fruits (mean intake in 1993 in gram ±SD)					Most consumed cooked vegetable (mean intake in 1993 in gram ±SD)					Most consumed raw vegetables (mean intake in 1993 in gram ±SD)		
		Apple (16.8±20.5) N=34 383	Pear (18.2±14.8) (18.8±20.0) N=33 688	Grape (13.1±14.6) N=31 391	Green bean (19.7±12.1) N=36 795	Zucchini (15.1±11.4) N=39 564	Carrot (14.7±10.7) N=38 388	Tomato (13.2±9.8) N=36 388	Endive (13.0±10.4) N=38 702	Tomato (9.8±7.5) N=33 518	Carrot (6.7±5.7) N=34 427	Endive (6.5±5.5) N=31 395	Cucumber (5.9±5.8) N=31 395	Rutabaga (5.5±4.8) N=33 851
Level of education (Ref: High school diploma)		OR (95% CI)												
Up to 2 university years		1.10 [1.02-1.18]	1.06 [0.99-1.14]	1.09 [1.00-1.17]	1.11 [1.03-1.20]	1.11 [1.03-1.19]	1.20 [1.11-1.29]	1.15 [1.06-1.24]	1.12 [1.04-1.21]	1.06 [0.98-1.14]	1.05 [0.98-1.14]	1.02 [0.96-1.11]	0.96 [0.88-1.03]	1.12 [1.04-1.20]
> 2 university years		1.16 [1.08-1.25]	1.06 [1.00-1.13]	1.09 [1.01-1.17]	1.06 [1.00-1.13]	1.07 [1.01-1.14]	1.15 [1.06-1.25]	1.14 [1.05-1.23]	1.06 [0.98-1.14]	1.06 [0.98-1.14]	1.06 [0.98-1.14]	1.00 [0.92-1.08]	0.95 [0.88-1.03]	1.09 [1.01-1.18]
Occupation (Ref: No)														
Yes		1.14 [1.07-1.22]	1.05 [0.98-1.12]	1.14 [1.07-1.22]	1.05 [0.98-1.12]	1.09 [1.02-1.17]	1.13 [1.05-1.21]	1.13 [1.05-1.21]	1.07 [0.98-1.16]	1.12 [1.04-1.21]	1.10 [1.02-1.19]	1.13 [1.06-1.21]	1.18 [1.10-1.26]	1.14 [1.07-1.22]
Women income (€/year) (Ref: < 10 000)														
10 000 - 17 713		1.05 [0.98-1.13]	1.07 [0.99-1.15]	1.01 [0.94-1.09]	0.98 [0.91-1.05]	1.01 [0.94-1.09]	1.06 [0.98-1.14]	1.06 [0.98-1.14]	1.10 [1.02-1.18]	1.02 [0.94-1.09]	1.01 [0.94-1.09]	1.04 [0.97-1.12]	1.09 [1.02-1.18]	1.00 [0.93-1.08]
17 713 - 24 156		1.09 [1.04-1.17]	1.06 [0.98-1.15]	1.03 [0.96-1.11]	1.01 [0.93-1.09]	1.03 [0.96-1.11]	1.10 [1.01-1.19]	1.07 [0.98-1.16]	1.13 [1.05-1.22]	0.99 [0.91-1.07]	0.99 [0.91-1.07]	1.05 [0.97-1.14]	1.08 [1.00-1.17]	0.98 [0.91-1.06]
≥ 24 156		1.05 [0.98-1.13]	0.99 [0.92-1.07]	0.96 [0.89-1.03]	0.95 [0.88-1.03]	0.99 [0.92-1.07]	1.04 [0.96-1.13]	1.03 [0.95-1.12]	1.07 [0.99-1.15]	0.99 [0.91-1.06]	0.97 [0.90-1.05]	1.04 [0.96-1.12]	1.08 [1.00-1.16]	0.94 [0.87-1.03]
Number of children (Ref: 0)														
1		1.06 [0.98-1.14]	1.03 [0.96-1.11]	1.05 [0.98-1.13]	1.12 [1.05-1.21]	1.08 [1.00-1.15]	1.01 [0.94-1.08]	1.13 [1.05-1.21]	1.00 [0.92-1.08]	1.06 [0.98-1.14]	1.17 [1.09-1.26]	1.13 [1.06-1.22]	1.12 [1.05-1.21]	1.05 [0.98-1.13]
2		1.12 [1.06-1.19]	1.05 [0.98-1.12]	1.07 [1.00-1.14]	1.08 [1.02-1.15]	1.10 [1.04-1.17]	1.18 [1.10-1.25]	1.02 [0.96-1.09]	1.10 [1.04-1.18]	1.02 [0.96-1.09]	1.13 [1.06-1.21]	1.12 [1.06-1.19]	1.19 [1.12-1.27]	1.11 [1.04-1.18]
≥ 3		1.12 [1.06-1.19]	0.96 [0.90-1.02]	1.03 [0.96-1.10]	1.02 [0.96-1.10]	1.07 [1.00-1.14]	1.12 [1.05-1.19]	1.06 [0.99-1.13]	1.10 [1.04-1.17]	1.09 [1.03-1.16]	1.17 [1.10-1.25]	1.14 [1.07-1.22]	1.31 [1.23-1.40]	1.15 [1.08-1.23]
Marital status (Ref: Living without partner)														
Living with a partner		1.06 [1.00-1.11]	1.04 [0.98-1.09]	1.12 [1.06-1.17]	1.09 [1.03-1.15]	1.09 [1.03-1.14]	0.92 [0.87-0.97]	1.02 [0.97-1.08]	1.03 [0.98-1.09]	1.02 [0.97-1.08]	1.10 [1.04-1.16]	1.08 [1.03-1.14]	1.06 [1.01-1.12]	1.14 [1.08-1.20]

^a An odds ratio above 1 corresponds to a higher probability for women to increase their ratio "consumption/energy intake" between 1993 and 2005.

Models are multi-adjusted and further adjusted for individual characteristics, contextual socioeconomic factors, energy intake evolution between 1993 and 2005 and baseline consumption of the food group considered.

* Information on the income was available for 50 771 women.

Table 3: Contextual socioeconomic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption between 1993 and 2005 using multivariable logistic regression models **(a)**, with a focus on the most consumed type of fruit and vegetable **(b)** (E3N-EPIC cohort study, $n=58\ 193^*$).

a. Fruit and vegetable consumption

	Fruit and vegetables		Fruit		Vegetables	
	<i>N=37 333</i>		<i>N=37 304</i>		<i>N=32 993</i>	
	N (%)	OR* (95% CI)	N (%)	OR* (95% CI)	N (%)	OR* (95% CI)
Area of birth						
South	10491 (63.2)	REF	10454 (62.9)	REF	9409 (56.6)	REF
West	4081 (64.2)	0.93 [0.86-1.01]	4059 (63.9)	0.96 [0.89-1.04]	3596 (56.6)	0.87 [0.81-0.95]
North	5294 (67.0)	0.96 [0.89-1.04]	5230 (66.2)	0.96 [0.89-1.04]	4589 (58.1)	0.88 [0.82-0.95]
East	5930 (64.4)	0.98 [0.91-1.06]	5961 (64.7)	1.04 [0.96-1.12]	5213 (56.6)	0.89 [0.83-0.96]
Centre	3448 (65.2)	1.04 [0.95-1.13]	3456 (65.3)	1.07 [0.99-1.16]	3015 (57.0)	0.96 [0.88-1.04]
Paris and suburbs	5406 (63.3)	0.93 [0.86-0.99]	5464 (64.0)	1.00 [0.93-1.07]	4772 (55.9)	0.88 [0.82-0.94]
DOM-TOM	99 (61.9)	0.89 [0.63-1.28]	99 (61.9)	0.98 [0.69-1.39]	84 (52.5)	0.76 [0.53-1.07]
Abroad	2584 (62.5)	0.96 [0.89-1.04]	2581 (62.4)	0.95 [0.88-1.03]	2315 (56.0)	0.99 [0.92-1.07]
Area of residence						
South	12786 (62.7)	REF	12783 (62.7)	REF	11393 (55.9)	REF
West	4209 (65.2)	1.05 [0.97-1.14]	4150 (64.3)	1.03 [0.96-1.12]	3753 (58.1)	1.07 [0.99-1.16]
North	4925 (67.3)	0.99 [0.91-1.08]	4899 (66.9)	1.05 [0.97-1.13]	4245 (58.0)	0.93 [0.86-1.01]
East	5367 (64.7)	0.91 [0.84-0.98]	5372 (64.8)	0.96 [0.89-1.03]	4759 (57.4)	0.92 [0.85-0.99]
Centre	3098 (64.5)	1.03 [0.94-1.12]	3132 (65.2)	1.11 [1.02-1.20]	2685 (55.9)	0.93 [0.86-1.01]
Paris and suburbs	6948 (63.5)	0.95 [0.89-1.01]	6968 (63.6)	0.96 [0.89-1.02]	6158 (56.2)	0.95 [0.89-1.01]
Size of the agglomeration of residence						
Rural (<2 000 inhabitants)	6287 (65.3)	REF	6260 (65.0)	REF	5526 (57.4)	REF
Quasi-rural (2 000 to 9 999 inhabitants)	9902 (64.8)	0.98 [0.92-1.04]	9880 (64.6)	1.01 [0.95-1.07]	8785 (57.5)	1.00 [0.95-1.06]
Quasi-urban (10 000 to 99 999 inhabitants)	14522 (64.0)	1.00 [0.94-1.06]	14528 (64.0)	1.03 [0.97-1.09]	12755 (56.2)	0.99 [0.94-1.05]
Large urban areas ($\geq 10\ 0000$ inhabitants)	6622 (62.6)	0.97 [0.91-1.04]	6636 (62.8)	1.01 [0.94-1.08]	5927 (56.0)	1.00 [0.94-1.07]
Deprivation index- FDep99						
< -0.51 -Less deprived	12251 (63.8)	REF	12324 (64.2)	REF	10869 (56.6)	REF
0.51 - 0.21	12340 (64.3)	1.01 [0.96-1.06]	12279 (63.9)	0.97 [0.92-1.02]	10979 (57.2)	1.01 [0.96-1.06]
≥ 0.21	12742 (64.4)	0.99 [0.94-1.05]	12701 (64.2)	0.96 [0.91-1.01]	11145 (56.3)	0.96 [0.92-1.01]
Size of the working agglomeration						
$\leq 10\ 000$ inhabitants	7016 (69.5)	REF	6862 (68.0)	REF	6291 (62.3)	REF
> 10 000 inhabitants	15497 (66.3)	0.90 [0.85-0.96]	15326 (65.6)	0.92 [0.87-0.98]	13776 (59.0)	a. 0.84-0.95

ANNEXE 7 : Article 2 accepté pour publication dans *Public Health Nutrition*
« Socio-economic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption: a 12-year study in women from the E3N-EPIC study »

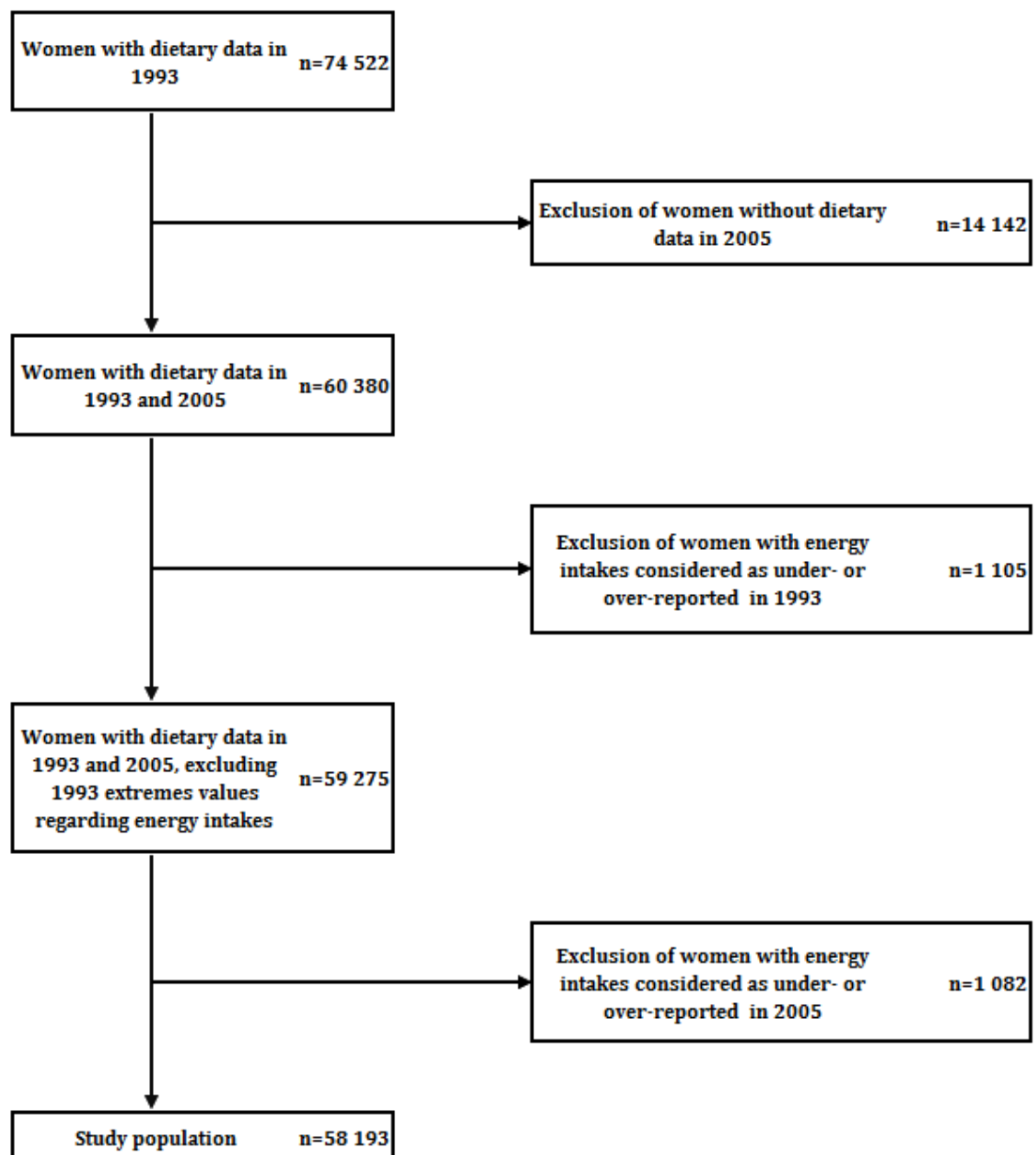
b. Most consumed fruit and vegetables

	Increase in the ratio « consumption/energy intake » between 1993 and 2005											
	Most consumed fruits (mean intake in 1993 in gram: ±SD)				Most consumed cooked vegetables (mean intake in 1993 in gram: ±SD)				Most consumed raw vegetables (mean intake in 1993 in gram: ±SD)			
	Apple (26.8±20.5) N=37 282	Peach, nectarine (18.1±14.5) (28.0±20.0) N=33 068	Grapes (18.1±14.5) N=31 291	Green bean (19.7±13.1) N=26 795	Zucchini (15.2±11.4) N=26 364	Carrot (14.7±10.7) N=26 294	Tomato (13.3±9.8) N=26 388	Endive (13.0±10.4) N=26 702	Carrot (6.5±5.7) N=23 518	Endive (6.5±5.5) N=21 882	Cucumber (6.8±5.8) N=21 395	Radiak (6.5±4.8) N=23951
Area of birth	OR* (95% CI)											
<i>(Ref=South)</i>												
West	1.02 [0.94-1.10]	1.03 [0.95-1.11]	1.01 [0.93-1.09]	0.97 [0.90-1.05]	0.97 [0.90-1.05]	0.97 [0.90-1.05]	0.97 [0.90-1.05]	0.97 [0.90-1.05]	0.97 [0.90-1.05]	0.97 [0.90-1.05]	0.97 [0.90-1.05]	0.97 [0.90-1.05]
North	1.05 [0.98-1.13]	0.95 [0.88-1.02]	1.05 [0.97-1.13]	0.91 [0.85-0.99]	0.94 [0.87-1.01]	0.92 [0.85-0.99]	0.94 [0.87-1.01]	0.92 [0.85-0.99]	0.94 [0.87-1.01]	0.92 [0.85-0.99]	0.94 [0.87-1.01]	0.92 [0.85-0.99]
East	1.06 [0.98-1.14]	1.02 [0.95-1.10]	0.98 [0.91-1.05]	0.98 [0.91-1.05]	0.98 [0.91-1.05]	0.98 [0.91-1.05]	0.98 [0.91-1.05]	0.98 [0.91-1.05]	0.98 [0.91-1.05]	0.98 [0.91-1.05]	0.98 [0.91-1.05]	0.98 [0.91-1.05]
Centre	1.05 [0.97-1.13]	1.02 [0.94-1.11]	1.05 [0.97-1.13]	1.05 [0.97-1.14]	1.05 [0.97-1.14]	1.05 [0.97-1.14]	1.05 [0.97-1.14]	1.05 [0.97-1.14]	1.05 [0.97-1.14]	1.05 [0.97-1.14]	1.05 [0.97-1.14]	1.05 [0.97-1.14]
Paris and suburbs	1.00 [0.94-1.06]	0.91 [0.85-0.97]	1.00 [0.94-1.06]	0.97 [0.91-1.04]	0.95 [0.89-1.01]	0.97 [0.91-1.04]	0.95 [0.89-1.01]	0.97 [0.91-1.04]	0.95 [0.89-1.01]	0.97 [0.91-1.04]	0.95 [0.89-1.01]	0.97 [0.91-1.04]
DOM-TOM	1.12 [0.81-1.54]	0.73 [0.52-1.02]	0.73 [0.53-1.02]	0.67 [0.46-0.93]	0.67 [0.46-0.93]	0.67 [0.46-0.93]	0.67 [0.46-0.93]	0.67 [0.46-0.93]	0.67 [0.46-0.93]	0.67 [0.46-0.93]	0.67 [0.46-0.93]	0.67 [0.46-0.93]
Abroad	0.99 [0.92-1.07]	0.88 [0.80-0.93]	0.94 [0.87-1.01]	0.89 [0.83-0.96]	0.89 [0.83-0.96]	0.89 [0.83-0.96]	0.89 [0.83-0.96]	0.89 [0.83-0.96]	0.89 [0.83-0.96]	0.89 [0.83-0.96]	0.89 [0.83-0.96]	0.89 [0.83-0.96]
Area of residence												
<i>(Ref=South)</i>												
West	1.20 [1.11-1.29]	1.07 [0.99-1.15]	1.02 [0.95-1.10]	1.00 [0.93-1.08]	1.00 [0.93-1.08]	1.00 [0.93-1.08]	1.00 [0.93-1.08]	1.00 [0.93-1.08]	1.00 [0.93-1.08]	1.00 [0.93-1.08]	1.00 [0.93-1.08]	1.00 [0.93-1.08]
North	1.10 [1.02-1.18]	1.06 [0.98-1.14]	1.07 [1.00-1.16]	1.01 [0.94-1.09]	1.01 [0.94-1.09]	1.01 [0.94-1.09]	1.01 [0.94-1.09]	1.01 [0.94-1.09]	1.01 [0.94-1.09]	1.01 [0.94-1.09]	1.01 [0.94-1.09]	1.01 [0.94-1.09]
East	1.07 [1.00-1.15]	1.03 [0.95-1.11]	1.04 [0.97-1.11]	0.95 [0.88-1.02]	0.95 [0.88-1.02]	0.95 [0.88-1.02]	0.95 [0.88-1.02]	0.95 [0.88-1.02]	0.95 [0.88-1.02]	0.95 [0.88-1.02]	0.95 [0.88-1.02]	0.95 [0.88-1.02]
Centre	1.14 [1.06-1.23]	1.15 [1.06-1.25]	1.08 [1.00-1.17]	1.00 [0.93-1.09]	0.99 [0.91-1.07]	0.99 [0.91-1.07]	0.99 [0.91-1.07]	0.99 [0.91-1.07]	0.99 [0.91-1.07]	0.99 [0.91-1.07]	0.99 [0.91-1.07]	0.99 [0.91-1.07]
Paris and suburbs	1.04 [0.98-1.10]	0.99 [0.93-1.06]	0.98 [0.92-1.04]	0.97 [0.91-1.03]	0.97 [0.91-1.03]	0.97 [0.91-1.03]	0.97 [0.91-1.03]	0.97 [0.91-1.03]	0.97 [0.91-1.03]	0.97 [0.91-1.03]	0.97 [0.91-1.03]	0.97 [0.91-1.03]
Size of the agglomeration of residence												
<i>(Ref= Rural (< 2 000 inhabitants))</i>												
Quasi-rural (2 000 to 9 999 inhabitants)	1.04 [0.98-1.09]	0.96 [0.91-1.02]	1.04 [0.98-1.09]	1.05 [0.99-1.11]	1.01 [0.96-1.07]	1.00 [0.95-1.07]	1.08 [1.02-1.14]	1.08 [1.02-1.14]	0.98 [0.93-1.04]	0.98 [0.93-1.04]	0.96 [0.91-1.01]	1.00 [0.94-1.05]
Quasi-urban (10 000 to 99 999 inhabitants)	1.06 [1.00-1.11]	0.99 [0.93-1.04]	1.08 [1.00-1.12]	1.08 [1.00-1.12]	1.04 [0.96-1.08]	1.04 [0.96-1.08]	1.06 [1.00-1.12]	1.06 [1.00-1.12]	1.01 [0.96-1.07]	1.01 [0.96-1.07]	0.93 [0.88-0.99]	1.03 [0.98-1.09]
Large urban areas (> 100 000 inhabitants)	1.06 [1.00-1.13]	0.98 [0.92-1.05]	1.18 [1.06-1.21]	1.05 [0.98-1.12]	1.02 [0.95-1.09]	1.04 [0.98-1.11]	1.07 [1.00-1.14]	1.07 [1.00-1.14]	1.01 [0.95-1.06]	1.01 [0.95-1.06]	0.95 [0.90-1.00]	1.00 [0.95-1.05]
Deprivation index: FPO99												
<i>(Ref= < -0.31, Less deprived)</i>												
0.51 - 0.21	0.96 [0.92-1.00]	0.96 [0.91-1.01]	0.96 [0.91-1.00]	0.96 [0.92-1.01]	0.96 [0.91-1.00]	0.96 [0.91-1.00]	0.96 [0.91-1.00]	0.96 [0.91-1.00]	0.96 [0.91-1.00]	0.96 [0.91-1.00]	0.96 [0.91-1.00]	0.96 [0.91-1.00]
≥ 0.21	0.91 [0.87-0.96]	0.97 [0.92-1.02]	0.99 [0.94-1.04]	0.97 [0.92-1.02]	0.98 [0.93-1.03]	0.99 [0.94-1.04]	0.97 [0.92-1.02]	0.97 [0.92-1.02]	0.99 [0.94-1.04]	0.99 [0.94-1.04]	0.95 [0.90-1.00]	1.00 [0.95-1.05]
Size of the working agglomeration												
<i>(Ref= < 10 000 inhabitants)</i>												
> 10 000 inhabitants	0.97 [0.92-1.03]	0.97 [0.91-1.03]	0.93 [0.88-0.99]	0.94 [0.89-1.00]	0.95 [0.90-1.01]	0.95 [0.90-1.01]	0.97 [0.92-1.03]	0.97 [0.92-1.03]	0.96 [0.91-1.01]	0.96 [0.91-1.01]	1.00 [0.95-1.05]	0.99 [0.94-1.05]

* An odds ratio above 1 corresponds to a higher probability for women to increase their ratio "consumption/energy intake" between 1993 and 2005. Models are multi-adjusted and further adjusted for individual characteristics, individual socioeconomic factors, energy intake evolution between 1993 and 2005 and baseline consumption of the food group considered.
 * Information on the size of the working agglomeration was available for 33 453 women.

ANNEXE 7 : Article 2 accepté pour publication dans *Public Health Nutrition*
« Socio-economic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption: a 12-year study in women from the E3N-EPIC study »

Supplementary figure 1: Flow diagram.



ANNEXE 7 : Article 2 accepté pour publication dans *Public Health Nutrition*
« Socio-economic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption: a 12-year study in women from the E3N-EPIC study »

Supplementary table 1: Baseline diet description of the population according to their fruit and vegetable consumption in 1993 (E3N-EPIC cohort study, $n=58\ 193$).

BMI, Body Mass Index; MET, Metabolic equivalent.

	Fruit and Vegetables		Fruit		Vegetables		
	Women consuming less than the ratio ^a	Women consuming the ratio ^a or more	Women consuming less than the ratio ^b	Women consuming the ratio ^b or more	Women consuming less than the ratio ^c	Women consuming the ratio ^c or more	
	All <i>N=58 193</i>	<i>N=14 972</i>	<i>N=43 221</i>	<i>N=19 007</i>	<i>N=39 186</i>	<i>N=17 685</i>	<i>N=40 508</i>
<i>Mean (Std) or %</i>	Food groups (g/d)						
Fruit	255.8 (167.8)	131.2 (87.6)	298.9 (167.4)	119.8 (71.3)	321.8 (161.3)	221.7 (160.0)	270.7 (169.0)
Cooked vegetables	173.8 (103.0)	109.6 (62.3)	196.1 (105.0)	154.9 (95.5)	183.0 (105.2)	92.6 (48.7)	209.3 (100.3)
Cereals	4.5 (12.8)	3.2 (11.0)	4.9 (13.3)	3.5 (11.5)	5.0 (13.3)	3.7 (11.7)	4.8 (13.2)
French fries	8.1 (10.6)	12.1 (13.0)	6.8 (9.2)	10.4 (12.2)	7.0 (9.5)	11.7 (13.1)	6.5 (8.8)
Pizza	20.6 (21.7)	25.9 (25.1)	18.7 (20.1)	23.8 (24.1)	19.0 (20.2)	24.7 (24.2)	18.7 (20.2)
Sandwiches	9.1 (19.1)	15.1 (26.1)	7.1 (15.4)	12.4 (23.3)	7.6 (16.5)	14.6 (25.4)	6.8 (14.9)
Processed Meat	13.5 (14.2)	19.0 (16.9)	11.6 (12.7)	16.9 (16.2)	11.8 (12.9)	18.1 (16.4)	11.5 (12.7)
Meat	57.8 (33.6)	62.9 (35.0)	56.0 (32.9)	62.5 (35.3)	55.4 (32.5)	59.7 (34.1)	56.9 (33.3)
Poultry	24.6 (15.6)	25.4 (15.5)	24.4 (15.6)	25.8 (15.9)	24.1 (15.4)	24.3 (15.1)	24.8 (15.8)
Fish	28.5 (21.7)	24.9 (18.6)	29.8 (22.5)	26.7 (20.3)	29.4 (22.2)	24.6 (18.5)	30.2 (22.7)
Butter	6.5 (7.6)	8.6 (9.4)	5.7 (6.7)	7.8 (8.8)	5.8 (6.9)	8.2 (9.1)	5.7 (6.7)
Olive oil	4.8 (5.6)	3.0 (3.9)	5.4 (6.0)	4.0 (5.1)	5.1 (5.8)	2.9 (3.6)	5.6 (6.1)
Wine	92.9 (127.2)	126.8 (158.7)	81.2 (111.9)	117.1 (150.9)	81.2 (112.1)	116.7 (149.1)	82.5 (114.9)
Coffee	287.0 (263.5)	310.3 (274.9)	279.0 (258.9)	310.6 (275.5)	275.6 (256.6)	296.0 (264.6)	283.1 (262.9)
Tea	189.1 (282.5)	162.3 (264.6)	198.4 (287.9)	172.9 (274.7)	197.0 (285.9)	165.7 (263.5)	199.4 (289.9)
	Nutrients (g/d)						
Energy (Kcal/d)	2211.1 (550.8)	2417.1 (585.6)	2139.7 (519.4)	2310.7 (577.0)	2162.8 (530.9)	2410.4 (590.2)	2124.0 (508.7)
Carbohydrates	235.0 (70.7)	250.6 (75.0)	229.6 (68.4)	234.5 (73.7)	235.2 (69.3)	259.8 (74.5)	224.2 (66.2)
Lipids	89.0 (26.6)	98.5 (29.2)	85.7 (24.7)	95.8 (28.4)	85.6 (25.0)	95.5 (29.2)	86.1 (24.8)
Proteins	97.5 (24.7)	104.0 (25.8)	95.3 (23.9)	101.9 (25.6)	95.4 (23.9)	102.1 (25.9)	95.5 (23.8)
Fibres	25.0 (7.7)	22.1 (7.2)	26.0 (7.7)	22.7 (7.2)	26.2 (7.7)	23.1 (7.5)	25.9 (7.7)
Alcohol	11.5 (13.7)	16.0 (17.1)	9.9 (11.9)	14.6 (16.2)	9.9 (11.9)	14.7 (16.2)	10.1 (12.2)
	National dietary guideline score						
Dietary guideline score^c	9.1 (2.2)	7.5 (2.0)	9.6 (1.9)	8.1 (2.1)	9.5 (2.0)	7.8 (2.2)	9.6 (1.9)
Score <8,38	33.0%	64.7%	22.0%	51.9%	23.8%	58.0%	22.1%
8,38 ≤ Score <10,13	33.0%	28.0%	34.7%	32.8%	33.1%	29.6%	34.5%
Score ≥ 10,13	34.0%	7.3%	43.3%	15.3%	43.1%	12.4%	43.4%

^a The standard ratio used was "400g of fruit and vegetables/1800 Kcal".

^b The standard ratio used was "200g of fruit/1800 Kcal".

^c The standard ratio used was "200g of vegetables/1800 Kcal".

ANNEXE 7 : Article 2 accepté pour publication dans *Public Health Nutrition*

« Socio-economic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption: a 12-year study in women from the E3N-EPIC study »

Supplementary table 2: Individual characteristics associated with an increase in fruit and vegetable consumption between 1993 and 2005 using multivariable logistic regression models **(a)**, with a focus on the most consumed types of fruit and vegetables **(b)** (E3N-EPIC cohort study, n=58 193).

a. Fruit and vegetable consumption

	Increase in the ratio « consumption/energy intake » between 1993 and 2005					
	Fruit and vegetables		Fruit		Vegetables	
	N=37 333		N=37 304		N=32 993	
	N (%)	OR ^a (95% CI)	N (%)	OR ^a (95% CI)	N (%)	OR ^a (95% CI)
Age (years)						
≤ 47.1	10234 (70.4)	REF	9893 (68.0)	REF	9213 (63.3)	REF
47.1 - 51.5	9966 (68.5)	0.98 [0.93-1.04]	9754 (67.0)	1.02 [0.97-1.08]	8905 (61.2)	0.95 [0.90-1.00]
51.5 - 57.2	9080 (62.5)	0.85 [0.80-0.89]	9188 (63.2)	0.96 [0.91-1.02]	7993 (55.0)	0.79 [0.75-0.84]
> 57.2	8053 (55.3)	0.71 [0.67-0.77]	8469 (58.2)	0.86 [0.80-0.92]	6882 (47.3)	0.63 [0.59-0.67]
BMI (Kg/m²)						
<18.5	1235 (64.6)	0.88 [0.79-0.97]	1217 (63.7)	0.91 [0.82-1.01]	1113 (58.2)	0.89 [0.80-0.98]
18.5 -25	29404 (64.8)	REF	29245 (64.5)	REF	25975 (57.3)	REF
25 -30	5544 (61.0)	0.98 [0.93-1.03]	5670 (62.3)	0.96 [0.91-1.01]	4867 (53.5)	1.05 [1.00-1.10]
≥30	1150 (62.9)	1.08 [0.97-1.20]	1172 (64.1)	1.03 [0.92-1.14]	1038 (56.8)	1.28 [1.15-1.42]
Physical activity (MET-h/week)						
≤ 23.1	9469 (65.1)	REF	9435 (64.8)	REF	8381 (57.6)	REF
23.1 - 37.9	9510 (65.2)	1.12 [1.06-1.18]	9423 (64.6)	1.08 [1.03-1.14]	8338 (57.2)	1.09 [1.03-1.14]
37.9 - 60.6	9311 (64.2)	1.17 [1.11-1.23]	9347 (64.4)	1.16 [1.10-1.22]	8282 (57.1)	1.15 [1.09-1.21]
> 60.6	9043 (62.2)	1.21 [1.15-1.28]	9099 (62.5)	1.16 [1.10-1.22]	7992 (54.9)	1.18 [1.12-1.24]
Smoking status						
Non -smoker	20005 (63.5)	REF	20158 (64.0)	REF	17567 (55.8)	REF
Former smoker	12491 (64.7)	0.99 [0.95-1.03]	12465 (64.6)	0.97 [0.93-1.01]	11033 (57.2)	1.00 [0.96-1.04]
Smoker	4837 (65.2)	0.88 [0.83-0.93]	4681 (63.1)	0.81 [0.76-0.85]	4393 (59.2)	0.97 [0.91-1.02]

ANNEXE 7 : Article 2 accepté pour publication dans *Public Health Nutrition*
« Socio-economic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption: a 12-year study in women from the E3N-EPIC study »

b. Most consumed fruit and vegetables

	Increase in the ratio « consumption/energy intake » between 1993 and 2005													
	Most consumed fruits (mean intake in 1993 in gram-SSD)				Most consumed cooled vegetables (mean intake in 1993 in gram-SSD)				Most consumed raw vegetables (mean intake in 1993 in gram-SSD)					
	Apple (26.8±20.5)	Pear (19.2±14.9)	Fruit, acetimae (18.2±20.0)	Grapes (13.1±14.5)	Green beans (19.7±13.1)	Zucchini (15.2±11.4)	Carrot (14.7±10.7)	Tomato (11.3±9.5)	Endive (11.8±10.4)	Tomato (9.8±7.5)	Carrot (6.7±5.7)	Endive (6.5±5.5)	Cucumber (6.5±4.8)	Radish (6.5±4.8)
	N=22 624	N=24 283	N=27 766	N=27 688	N=27 394	N=26 388	N=26 792	N=27 427	N=27 365	N=27 427	N=27 882	N=27 365	N=29 352	
	OR (95% CI)													
Age (years)														
47.1 - 51.5	0.88 [0.44-1.03]	1.01 [0.86-1.16]	1.03 [0.88-1.18]	1.05 [0.91-1.19]	0.94 [0.80-0.99]	0.91 [0.86-0.96]	0.95 [0.90-1.00]	0.93 [0.88-0.98]	1.02 [0.97-1.07]	0.90 [0.86-0.95]	0.90 [0.85-0.94]	0.94 [0.90-0.99]	0.84 [0.80-0.89]	1.00 [0.95-1.05]
51.5 - 57.2	0.99 [0.44-1.04]	1.03 [0.88-1.09]	1.00 [0.95-1.05]	1.04 [0.99-1.10]	0.89 [0.79-0.97]	0.75 [0.71-0.79]	0.86 [0.82-0.91]	0.78 [0.74-0.83]	0.84 [0.80-0.90]	0.82 [0.78-0.86]	0.88 [0.84-0.93]	0.85 [0.80-0.89]	0.89 [0.85-0.93]	0.92 [0.88-0.96]
> 57.2	0.90 [0.84-0.96]	0.91 [0.85-0.97]	0.88 [0.82-0.94]	0.97 [0.90-1.03]	0.79 [0.74-0.85]	0.62 [0.58-0.66]	0.86 [0.81-0.92]	0.67 [0.63-0.72]	0.83 [0.78-0.88]	0.69 [0.64-0.74]	0.70 [0.66-0.75]	0.67 [0.62-0.71]	0.68 [0.63-0.72]	0.78 [0.71-0.83]
BMI (kg/m ²)														
<18.5	0.91 [0.82-1.00]	0.93 [0.84-1.03]	0.81 [0.74-0.90]	0.88 [0.80-0.97]	0.90 [0.81-1.00]	0.89 [0.80-0.98]	0.89 [0.80-0.98]	0.86 [0.78-0.95]	0.94 [0.85-1.04]	0.85 [0.77-0.94]	0.89 [0.80-0.98]	0.81 [0.74-0.89]	0.85 [0.77-0.94]	0.77 [0.70-0.85]
25-30	0.84 [0.90-0.99]	0.99 [0.94-1.04]	1.04 [0.99-1.09]	1.05 [1.00-1.10]	1.18 [1.08-1.19]	1.02 [0.97-1.07]	1.06 [1.01-1.11]	1.12 [1.06-1.17]	1.09 [1.04-1.14]	1.05 [0.99-1.10]	1.02 [0.97-1.07]	1.09 [1.03-1.14]	1.09 [1.04-1.14]	1.09 [1.04-1.15]
≥30	0.94 [0.85-1.04]	0.88 [0.80-1.09]	0.99 [0.90-1.09]	1.06 [0.95-1.17]	1.33 [1.20-1.46]	1.08 [0.97-1.19]	1.10 [0.99-1.22]	1.20 [1.08-1.33]	1.21 [1.09-1.34]	1.26 [1.13-1.39]	1.11 [1.00-1.23]	1.20 [1.08-1.33]	1.25 [1.13-1.38]	1.18 [1.06-1.30]
Physical activity (MET-kilowood)														
23.1 - 37.9	1.07 [1.02-1.12]	1.06 [1.00-1.11]	1.07 [1.01-1.12]	1.08 [1.03-1.14]	1.01 [0.96-1.06]	1.07 [1.02-1.13]	1.04 [0.99-1.09]	1.06 [1.00-1.11]	1.04 [0.99-1.10]	1.04 [0.99-1.10]	1.08 [1.02-1.13]	1.07 [1.02-1.13]	1.06 [1.00-1.10]	1.11 [1.05-1.16]
37.9 - 60.6	1.12 [1.07-1.18]	1.10 [1.04-1.15]	1.06 [1.01-1.12]	1.08 [1.03-1.13]	1.02 [0.98-1.09]	1.12 [1.06-1.17]	1.09 [1.03-1.14]	1.09 [1.04-1.15]	1.10 [1.05-1.16]	1.06 [1.00-1.11]	1.11 [1.06-1.17]	1.12 [1.06-1.17]	1.07 [1.02-1.12]	1.16 [1.11-1.22]
> 60.6	1.18 [1.13-1.24]	1.08 [1.03-1.14]	1.09 [1.03-1.14]	1.09 [1.03-1.14]	1.04 [0.98-1.09]	1.10 [1.05-1.16]	1.08 [1.03-1.14]	1.14 [1.08-1.20]	1.04 [0.99-1.10]	1.09 [1.04-1.15]	1.15 [1.09-1.21]	1.17 [1.11-1.23]	1.14 [1.08-1.19]	1.19 [1.13-1.24]
Smoking status (kg ^m - Non smoker)														
Female smoker	0.96 [0.93-1.00]	0.95 [0.91-0.98]	0.94 [0.90-0.97]	0.96 [0.93-1.00]	0.99 [0.95-1.03]	0.99 [0.95-1.03]	0.97 [0.94-1.01]	1.02 [0.98-1.06]	1.02 [0.98-1.06]	1.02 [0.98-1.06]	1.03 [0.99-1.07]	1.06 [1.03-1.09]	1.11 [1.07-1.15]	1.06 [1.03-1.09]
Smoker	0.82 [0.78-0.97]	0.79 [0.75-0.84]	0.80 [0.75-0.84]	0.81 [0.77-0.86]	0.96 [0.91-1.02]	0.96 [0.91-1.02]	0.85 [0.81-0.90]	0.93 [0.88-0.99]	1.00 [0.94-1.05]	1.04 [0.98-1.10]	1.04 [0.98-1.10]	1.06 [1.00-1.12]	1.17 [1.06-1.19]	1.05 [0.99-1.10]

BMI, Body Mass Index; MET, Metabolic equivalent.

* An odds ratio above 1 corresponds to a higher probability to increase their ratio "consumption/energy intake" between 1993 and 2005.
 Models are multi-adjusted and further adjusted for individual and contextual socioeconomic factors, energy intake evolution between 1993 and 2005 and for baseline consumption of the food group considered.

References

1. Tohill BC, Seymour J, Serdula M, *et al.* (2004) What epidemiologic studies tell us about the relationship between fruit and vegetable consumption and body weight. *Nutr Rev* 62, 365-374.
2. Hung HC, Joshipura KJ, Jiang R, *et al.* (2004) Fruit and vegetable intake and risk of major chronic disease. *J Natl Cancer Inst* 96, 1577-1584.
3. Bradbury KE, Appleby PN & Key TJ (2014) Fruit, vegetable, and fiber intake in relation to cancer risk: findings from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *Am J Clin Nutr* 100 Suppl 1, 394S-398S.
4. Wang X, Ouyang Y, Liu J, *et al.* (2014) Fruit and vegetable consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ* 349, g4490.
5. Block G, Patterson B & Subar A (1992) Fruit, vegetables, and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence. *Nutr Cancer* 18, 1-29.
6. WCRF / AICR (2009) *Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective*.
7. World Health Organization (2003) *Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases*.
8. Direccion nacional de promocion de la salud y control de enfermedades no transmisibles. Ministerio de Salud A (2017) *Mensajes y gráfica de las Guías Alimentarias para la Población Argentina*. <http://www.msal.gov.ar/ent/index.php/informacion-para-ciudadanos/menos-sal--vida/482-mensajes-y-grafica-de-las-guias-alimentarias-para-la-poblacion-argentina>. (Accessed August 2017).
9. Hercberg S, Chat-Yung S & Chaulia M (2008) The French National Nutrition and Health Program: 2001-2006-2010. *Int J Public Health* 53, 68-77.
10. National Cancer Institute (2017) *5 A Day for Better Health Program Evaluation Report. Executive Summary*. http://cancercontrol.cancer.gov/5ad_exec.html. (Accessed August 2017).
11. NHS Choices (2017) *5 A DAY: what counts? - Live Well*. <http://www.nhs.uk/Livewell/5ADAY/Pages/Whatcounts.aspx>. (Accessed August 2017).
12. Giskes K, Avendano M, Brug J, *et al.* (2010) A systematic review of studies on socioeconomic inequalities in dietary intakes associated with weight gain and overweight/obesity conducted among European adults. *Obes Rev* 11, 413-429.
13. Hare-Bruun H, Togo P, Andersen LB, *et al.* (2011) Adult food intake patterns are related to adult and childhood socioeconomic status. *J Nutr* 141, 928-934.
14. Leech RM, McNaughton SA & Timperio A (2014) The clustering of diet, physical activity and sedentary behavior in children and adolescents: a review. *Int J Behav Nutr Phys Act* 11, 4.
15. Pechey R, Jebb SA, Kelly MP, *et al.* (2013) Socioeconomic differences in purchases of more vs. less healthy foods and beverages: analysis of over 25,000 British households in 2010. *Soc Sci Med* 92, 22-26.
16. Whichelow MJ & Prevost AT (1996) Dietary patterns and their associations with demographic, lifestyle and health variables in a random sample of British adults. *Br J Nutr* 76, 17-30.
17. Irala-Estevez JD, Groth M, Johansson L, *et al.* (2000) A systematic review of socio-economic differences in food habits in Europe: consumption of fruit and vegetables. *Eur J Clin Nutr* 54, 706-714.
18. Kamphuis CB, Giskes K, de Bruijn GJ, *et al.* (2006) Environmental determinants of fruit and vegetable consumption among adults: a systematic review. *Br J Nutr* 96, 620-635.
19. Pechey R, Monsivais P, Ng YL, *et al.* (2015) Why don't poor men eat fruit? Socioeconomic differences in motivations for fruit consumption. *Appetite* 84, 271-279.

ANNEXE 7 : Article 2 accepté pour publication dans *Public Health Nutrition*
« Socio-economic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption: a 12-year study in women from the E3N-EPIC study »

20. Braveman PA, Cubbin C, Egerter S, *et al.* (2005) Socioeconomic status in health research: one size does not fit all. *JAMA* 294, 2879-2888.
21. Lassale C, Galan P, Castetbon K, *et al.* (2013) Differential association between adherence to nutritional recommendations and body weight status across educational levels: a cross-sectional study. *Prev Med* 57, 488-493.
22. Wyndels K, Dallongeville J, Simon C, *et al.* (2011) Regional factors interact with educational and income tax levels to influence food intake in France. *Eur J Clin Nutr* 65, 1067-1075.
23. Turrell G, Hewitt B, Patterson C, *et al.* (2003) Measuring socio-economic position in dietary research: is choice of socio-economic indicator important? *Public Health Nutr* 6, 191-200.
24. Liberatos P, Link BG & Kelsey JL (1988) The measurement of social class in epidemiology. *Epidemiol Rev* 10, 87-121.
25. Darmon N & Drewnowski A (2008) Does social class predict diet quality? *Am J Clin Nutr* 87, 1107-1117.
26. Bazzano LA, He J, Ogden LG, *et al.* (2002) Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease in US adults: the first National Health and Nutrition Examination Survey Epidemiologic Follow-up Study. *Am J Clin Nutr* 76, 93-99.
27. Boffetta P, Couto E, Wichmann J, *et al.* (2010) Fruit and vegetable intake and overall cancer risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *J Natl Cancer Inst* 102, 529-537.
28. Harding AH, Wareham NJ, Bingham SA, *et al.* (2008) Plasma vitamin C level, fruit and vegetable consumption, and the risk of new-onset type 2 diabetes mellitus: the European prospective investigation of cancer--Norfolk prospective study. *Arch Intern Med* 168, 1493-1499.
29. Ledoux TA, Hingle MD & Baranowski T (2011) Relationship of fruit and vegetable intake with adiposity: a systematic review. *Obes Rev* 12, e143-e150.
30. Liu RH (2003) Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *Am J Clin Nutr* 78, 517S-520S.
31. Van Duyn MA & Pivonka E (2000) Overview of the health benefits of fruit and vegetable consumption for the dietetics professional: selected literature. *J Am Diet Assoc* 100, 1511-1521.
32. Goldberg JP (1992) Nutrition and health communication: the message and the media over half a century. *Nutr Rev* 50, 71-77.
33. Wills JM, Storcksdieck genannt BS, Kolka M, *et al.* (2012) European consumers and health claims: attitudes, understanding and purchasing behaviour. *Proc Nutr Soc* 71, 229-236.
34. Clavel-Chapelon F, van Liere MJ, Giubout C, *et al.* (1997) E3N, a French cohort study on cancer risk factors. E3N Group. Etude Epidemiologique aupres de femmes de l'Education Nationale. *Eur J Cancer Prev* 6, 473-478.
35. Riboli E & Kaaks R (1997) The EPIC Project: rationale and study design. European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Int J Epidemiol* 26 Suppl 1, S6-14.
36. Cottet V, Touvier M, Fournier A, *et al.* (2009) Postmenopausal breast cancer risk and dietary patterns in the E3N-EPIC prospective cohort study. *Am J Epidemiol* 170, 1257-1267.
37. van Liere MJ, Lucas F, Clavel F, *et al.* (1997) Relative validity and reproducibility of a French dietary history questionnaire. *Int J Epidemiol* 26 Suppl 1, S128-S136.
38. Estaquio C, Kesse-Guyot E, Deschamps V, *et al.* (2009) Adherence to the French Programme National Nutrition Sante Guideline Score is associated with better nutrient intake and nutritional status. *J Am Diet Assoc* 109, 1031-1041.
39. Affret A, Severi G, Dow C, *et al.* (2017) Socio-economic factors associated with a healthy diet: results from the E3N study. *Public Health Nutr*, 1-10.
40. Institut de veille sanitaire (2006) *Etude nationale nutrition santé ENNS*.

41. Estaquio C, Druesne-Pecollo N, Latino-Martel P, *et al.* (2008) Socioeconomic differences in fruit and vegetable consumption among middle-aged French adults: adherence to the 5 A Day recommendation. *J Am Diet Assoc* 108, 2021-2030.
42. AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments) (2009) *INCA2 - Etude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires 2*.
43. Buckland G, Ros MM, Roswall N, *et al.* (2014) Adherence to the Mediterranean diet and risk of bladder cancer in the EPIC cohort study. *Int J Cancer* 134, 2504-2511.
44. Buckland G, Agudo A, Lujan L, *et al.* (2010) Adherence to a Mediterranean diet and risk of gastric adenocarcinoma within the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) cohort study. *Am J Clin Nutr* 91, 381-390.
45. Rey G, Jouglé E, Fouillet A, *et al.* (2009) Ecological association between a deprivation index and mortality in France over the period 1. *BMC Public Health* 9, 33.
46. INSEE (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques) (2016) <http://www.insee.fr/>. (Accessed August 2017).
47. Bertin M, Touvier M, Dubuisson C, *et al.* (2016) Dietary patterns of French adults: associations with demographic, socio-economic and behavioural factors. *J Hum Nutr Diet* 29, 241-254.
48. Macintyre S (2007) Deprivation amplification revisited; or, is it always true that poorer places have poorer access to resources for healthy diets and physical activity? *Int J Behav Nutr Phys Act* 4, 32.
49. Perrin AE, Dallongeville J, Ducimetiere P, *et al.* (2005) Interactions between traditional regional determinants and socio-economic status on dietary patterns in a sample of French men. *Br J Nutr* 93, 109-114.
50. Beenackers MA, Kamphuis CB, Giskes K, *et al.* (2012) Socioeconomic inequalities in occupational, leisure-time, and transport related physical activity among European adults: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act* 9, 116.
51. Cameron AJ, Spence AC, Laws R, *et al.* (2015) A Review of the Relationship Between Socioeconomic Position and the Early-Life Predictors of Obesity. *Curr Obes Rep* 4, 350-362.
52. Hiscock R, Bauld L, Amos A, *et al.* (2012) Socioeconomic status and smoking: a review. *Ann N Y Acad Sci* 1248, 107-123.
53. Mackenbach JD, Brage S, Forouhi NG, *et al.* (2015) Does the importance of dietary costs for fruit and vegetable intake vary by socioeconomic position? *Br J Nutr* 114, 1464-1470.
54. Dubowitz T, Heron M, Bird CE, *et al.* (2008) Neighborhood socioeconomic status and fruit and vegetable intake among whites, blacks, and Mexican Americans in the United States. *Am J Clin Nutr* 87, 1883-1891.
55. Johansson L, Thelle DS, Solvoll K, *et al.* (1999) Healthy dietary habits in relation to social determinants and lifestyle factors. *Br J Nutr* 81, 211-220.
56. Mackenbach JD, Burgoine T, Lakerveld J, *et al.* (2017) Accessibility and Affordability of Supermarkets: Associations With the DASH Diet. *Am J Prev Med* 53, 55-62.
57. Shohaimi S, Welch A, Bingham S, *et al.* (2004) Residential area deprivation predicts fruit and vegetable consumption independently of individual educational level and occupational social class: a cross sectional population study in the Norfolk cohort of the European Prospective Investigation into Cancer (EPIC-Norfolk). *J Epidemiol Community Health* 58, 686-691.
58. Ball K, Crawford D & Mishra G (2006) Socio-economic inequalities in women's fruit and vegetable intakes: a multilevel study of individual, social and environmental mediators. *Public Health Nutr* 9, 623-630.
59. Giskes K, van Lenthe FJ, Kamphuis CB, *et al.* (2009) Household and food shopping environments: do they play a role in socioeconomic inequalities in fruit and vegetable consumption? A multilevel study among Dutch adults. *J Epidemiol Community Health* 63, 113-120.

ANNEXE 7 : Article 2 accepté pour publication dans *Public Health Nutrition*
« Socio-economic factors associated with an increase in fruit and vegetable consumption: a 12-year study in women from the E3N-EPIC study »

60. Aggarwal A, Cook AJ, Jiao J, *et al.* (2014) Access to supermarkets and fruit and vegetable consumption. *Am J Public Health* 104, 917-923.
61. Keane A, Cullinan J, Perry C.P., *et al.* (2016) Dietary quality in children and the role of the local food environment. *SSM - Population Health* 2, 770-777.
62. Roos G, Johansson L, Kasmel A, *et al.* (2001) Disparities in vegetable and fruit consumption: European cases from the north to the south. *Public Health Nutr* 4, 35-43.
63. Galobardes B, Morabia A & Bernstein MS (2001) Diet and socioeconomic position: does the use of different indicators matter? *Int J Epidemiol* 30, 334-340.
64. Sorensen G, Stoddard AM, Dubowitz T, *et al.* (2007) The influence of social context on changes in fruit and vegetable consumption: results of the healthy directions studies. *Am J Public Health* 97, 1216-1227.
65. Stables GJ, Subar AF, Patterson BH, *et al.* (2002) Changes in vegetable and fruit consumption and awareness among US adults: results of the 1991 and 1997 5 A Day for Better Health Program surveys. *J Am Diet Assoc* 102, 809-817.
66. WHO (2004) *Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health*.
67. Ducrot P, Mejean C, Alles B, *et al.* (2015) Motives for dish choices during home meal preparation: results from a large sample of the NutriNet-Sante study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 12, 120.
68. Stronks, Toebes B, Hendriks A, Ikram U & Venkatapuram S (2016) *Social justice and human rights as a framework for addressing social determinants of health. Final report of the Task group on Equity, Equality and Human Rights. Review of social determinants of health and the health divide in the WHO European Region.*
69. WHO Regional office for Europe (2011) *Promoting health and reducing health inequities by addressing the social determinants of health.*
70. Giskes K, Turrell G, Patterson C, *et al.* (2002) Socioeconomic differences among Australian adults in consumption of fruit and vegetables and intakes of vitamins A, C and folate. *J Hum Nutr Diet* 15, 375-385.
71. Caspi CE, Sorensen G, Subramanian SV, *et al.* (2012) The local food environment and diet: a systematic review. *Health Place* 18, 1172-1187.
72. Robinson PL, Dominguez F, Teklehaimanot S, *et al.* (2013) Does distance decay modelling of supermarket accessibility predict fruit and vegetable intake by individuals in a large metropolitan area? *J Health Care Poor Underserved* 24, 172-185.
73. Trudeau E, Kristal AR, Li S, *et al.* (1998) Demographic and psychosocial predictors of fruit and vegetable intakes differ: implications for dietary interventions. *J Am Diet Assoc* 98, 1412-1417.
74. Lallukka T, Laaksonen M, Rahkonen O, *et al.* (2007) Multiple socio-economic circumstances and healthy food habits. *Eur J Clin Nutr* 61, 701-710.

Annexe 8 : Article 3 en révision au *International Journal of Cancer* « *Influence of a cancer diagnosis on the evolution of fruit and vegetable consumption according to cancer site, stage at diagnosis, and socioeconomic factors: results from the large E3N-EPIC study* ».

Cancer occurrence, site and stage, socio-economic factors, and 12-year changes in fruit and vegetable consumption: findings from the E3N (EPIC-France) study.

Aurélié Affret¹; Mathilde His¹; Gianluca Severi^{1,2}; Francesca Romana Mancini¹; Patrick Arveux^{1,3}; Françoise Clavel-Chapelon¹; Marie-Christine Boutron-Ruault¹; Guy Fagherazzi¹

Affiliations

1: Centre for Research in Epidemiology and Population Health (CESP), U1018 Inserm, Facultés de médecine Universités Paris-Sud, UVSQ, Université Paris-Saclay, Gustave Roussy, 94805, Villejuif, France.

2: Cancer Epidemiology Centre, Cancer Council Victoria & Centre for Epidemiology and Biostatistics, The University of Melbourne, Melbourne, Australia

3: Breast and Gynaecologic Cancer Registry of Côte d'Or, Georges-François Leclerc Comprehensive Cancer Care Centre, 1 rue du Professeur Marion, Dijon, France.

Correspondence (and reprint requests) to:

Guy Fagherazzi

Center for Research in Epidemiology and Population Health (CESP), INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale) U1018, Team 9, Nutrition, Hormones and Women's Health, Gustave Roussy Institute, 114 rue Edouard Vaillant, 94805 Villejuif Cedex, France

Telephone: +33 1 42 11 64 66

Fax: + 33 1 42 11 61 40

Email: guy.fagherazzi@gustaveroussy.fr

Acknowledgments

The authors are grateful to all women participating in the E3N cohort that was utilized for this study.

ANNEXE 8 : Article 3 en révision au *International Journal of Cancer*
« Influence of a cancer diagnosis on the evolution of fruit and vegetable consumption according to cancer site, stage at diagnosis, and socioeconomic factors: results from the large E3N-EPIC study »

Financial support

The E3N cohort is being carried out with the financial support of the “Mutuelle Générale de l'Education Nationale”(MGEN); European Community; French League against Cancer (LNCC); Gustave Roussy (GR); French Institute of Health and Medical Research (Inserm). The present work was supported by a grant from the French National Cancer Institute (INCa) and a grant from the World Cancer Research Fund (WCRF) (Grant number: 2015/1389). AA is supported by a doctoral grant from the French National Cancer Institute. GF is supported by the French Research Agency (ANR, Agence Nationale de la Recherche) via an “Investissement d'Avenir” grant (investment for the future grant, ANR-10-COHO-0006) that supports the E4N study.

None of the agencies that provided financial support for the study had any role in the design, analysis or writing of this article.

Conflict of interest

None

Authorship

AA, FC-C, M-CB-R, and GF contributed to the data collection; AA and GF formulated the research questions, designed the research. AA performed the statistical analysis and primary manuscript preparation; AA wrote the paper. GF has primary responsibility for the final content; and MH, GS, FRM, PA, FC-C and M-CB-R reviewed the paper and revised it critically. All authors read and approved the final manuscript.

Ethical standard disclosure

The study was conducted according to the guidelines laid down in the Declaration of Helsinki and all procedures involving human subjects were approved by the French National Commission for Computerized Data and Individual Freedom (CNIL). All women signed a letter of informed consent to allow their data to be stored, as required by the CNIL.

Abstract

Background

Many studies demonstrated that lifestyle factors, including diet, may impact on breast cancer survival. The number of cancer survivors is increasing worldwide and little is known about long-term diet changes in people who had cancer. We aimed to assess the impact of a cancer diagnosis on the changes in fruit and vegetable (FV) consumption over a 12-year period, and evaluated whether such changes were different according to cancer site, stage at diagnosis, and socioeconomic (SE) factors.

Methods

We studied 53 981 women from the prospective E3N-EPIC cohort study with available dietary data in 1993 and 2005, among whom 4 619 had a cancer diagnosis between 1993 and 2005 (n=2 699 breast cancers). We evaluated the potential impact of cancer diagnosis on changes in FV consumption using multivariable linear regression models considering cancer site, stage at diagnosis, and SE factors.

Results

Compared with healthy and non-cancer women, a statistically significant increase in FV consumption ($\beta=+2.65\%$, $p=0.0003$) was observed in women who had a cancer, although this association was restricted to breast cancer. The increase in FV consumption was more important in women who had an advanced stage of breast cancer (stages II-III-IV) ($\beta=+7.23\%$, $p<0.0001$) than in women with stages 0-I ($\beta=+2.03\%$, $p=0.07$). Among women with advanced stages of breast cancer, women with no partner and no children were those having the highest increase in FV consumption ($\beta=+18.71\%$, $p=0.003$).

Conclusions

An increase in FV consumption was observed in women who had breast cancer diagnosis when compared with healthy women, especially in women diagnosed with a more advanced breast cancer. Moreover, these changes were only observed in specific SE groups. Our findings suggest the needs for intensifying nutritional guidelines delivery after any cancer diagnosis, taking into account the SE status of individuals.

ANNEXE 8 : Article 3 en révision au *International Journal of Cancer*
« Influence of a cancer diagnosis on the evolution of fruit and vegetable consumption according to cancer site, stage at diagnosis, and socioeconomic factors: results from the large E3N-EPIC study »

Keywords: Cancer survivors, Evolution of diet, Changes in fruit and vegetable consumption, Socioeconomic factors, Breast cancer, Stage at diagnosis.

BACKGROUND

Cancer is the second leading cause of death globally⁽¹⁾. In 2012, 14.1 million new cancer cases were diagnosed worldwide, of which 1.67 million were breast cancers, the most frequently diagnosed cancer after lung cancer⁽²⁾. Cancer incidence and mortality are not equally distributed across populations⁽³⁻⁵⁾. For example, low socioeconomic groups are at increased risk of upper gastrointestinal, cervical or oro-pharyngeal cancer⁽⁶⁻⁸⁾. In developed countries, breast cancer is more frequent among women with high socio-economic status⁽⁹⁾.

Due to the continuously increasing number of cancer survivors worldwide, research related to survivorship has been largely increased in the last decades. Current guidelines for cancer survivors, established by the World Cancer Research Fund and the American Cancer Society, encourage them to follow the same recommendations as for primary cancer prevention, after cancer treatment, i.e. to be as lean as possible throughout life, to adopt a physically active lifestyle, and a healthy diet with an emphasis on plant-based foods^(10,11).

Despite evidence demonstrating the benefits of healthy lifestyle practices for better survival⁽¹²⁾, a review of previous cross-sectional and cohort studies conducted among cancer survivors evidenced that obesity, physical inactivity, and poor-quality diets are being common in cancer survivors⁽¹³⁾. To our knowledge, only two studies have prospectively examined diet changes between before and after cancer diagnosis, on a 6-7 year period of time^(14,15).

Because diets rich in fruit and vegetables (FV) have been consistently associated with improved overall health status⁽¹⁶⁻²¹⁾, FV consumption is often used as the best proxy for overall diet quality.

Our main objective was to assess the impact of a cancer diagnosis on the changes in fruit and vegetable (FV) consumption over a 12-year period, and evaluated whether such changes were different according to cancer site, stage at diagnosis, and socioeconomic (SE) factors.

METHODS

The E3N cohort study

The E3N-EPIC study is a prospective cohort study of 98 995 French women recruited from a national health insurance plan covering people working in the national education system⁽²²⁾. E3N is the French component of the European EPIC study⁽²³⁾ and was initiated in 1990. All procedures were in accordance with the Helsinki Declaration of 1975 as revised in 1983, and all procedures involving human subjects were approved by the French National Commission for Computerized Data and Individual Freedom (CNIL). All women signed a letter of informed consent as required by the CNIL.

Participants are sent questionnaires to update health-related information and newly diagnosed diseases every 2 to 3 years. The average follow-up response rate is 83%, with the exception of a 68% response rate to the demanding food questionnaires, and overall, the total loss to follow-up since 1990 is below 3%.

Study population

From the 98 995 women in the cohort, we included only the women who completed the first food frequency questionnaire (FFQ) in 1993 and the second FFQ in 2005 (n=60 381). Women with extreme values (below the 1st and above the 99th percentiles of the distribution in the population) for the ratio between energy intake and required energy (calculated as follows: basal metabolic rate*physical activity level) in at least one of the FFQs (n=2 188), women with extreme values for the relative increase in either fruit, vegetable, or FV consumption between 1993 and 2005 (n=719, above the 99th percentiles of the distribution in the population, that being above an 8-fold increase between the two-time points) and women with null fruit and/or vegetable consumption in 1993 (n=387) were excluded because we considered they had inaccurate reporting or mistakes. Finally, we excluded women with cancer diagnosed before the first FFQ (n=3 106). In total, our analysis included 53 981 women, among whom 4 619 had cancer diagnosed between the first and second FFQ (of which 2 699 were breast cancers). A total of 8 851 women had incident cases of other major chronic diseases (OCD), such as diabetes, cardiovascular disease, or hypertension, and 40 511 women were classified as healthy. Women with cancer and OCD diagnosed between both FFQs were classified in the cancer group.

The validation algorithms for diabetes and OCD cases have already been described elsewhere⁽²⁴⁾.

Ascertainment of cancer

The occurrence of cancer was identified from information provided in each follow-up questionnaire, which inquired about any cancer occurrence (including the date of diagnosis and site); next-of-kin spontaneous reports; and the national cause-of-death registry. Pathology reports were obtained for 94% of incident cancers. Information on tumor characteristics such as stage at diagnosis was extracted from these reports. The analyses also included participants who reported a cancer diagnosis for which pathology reports had not been obtained because the proportion of false-positive self-reports was low (< 5%).

Dietary data

Dietary data were self-reported in June 1993 and July 2005 using a validated diet history questionnaire⁽²⁵⁾. The questionnaire was divided into two parts. The first part quantified consumption by frequency (11 categories, from “never or less than once a month” to “seven times a week”) and portion sizes per food group or food item, and was grouped by meal occasions (8 occasions from breakfast to after-dinner snacks, including occasions such as the aperitifs before lunch and dinner). The second part provided more detailed qualitative information on separate items within one food group previously reported in the first part. In total, we were able to compute quantities in grams per day for 238 items (foods and beverages).

Fruit and vegetable consumption

Definition of the FV group from the national dietary guidelines was used in this study⁽²⁶⁾. The fruit group was composed of fresh fruit, fruit in syrup, fruit puree, and 100% pure fruit juice. The vegetable group included cooked and raw vegetables, and soup.

Standard ratio of fruit and vegetable consumption in 1993 and 2005

In order to take the participants' caloric intakes into account, rather than looking at the crude consumption of FV in grams per day, we considered FV consumption as a function of energy intake as previous studies did^(27,28), using the 'FV consumption/energy intake' ratio. The ratio provides an estimate of the proportion of FV intake that contributes to the overall energy intake, and has been previously used in the E3N study^(Affret et al. PHN). It was calculated in 1993 and 2005.

Relative changes in fruit and vegetable consumption over time

To study the changes in FV consumption over time, we considered changes in the daily FV intake to daily energy intake ratio between 1993 and 2005, respective to the ratio in 1993. The relative increase of the ratio was therefore studied over the 12-year period as follows: (Ratio in 2005-Ratio in 1993)/Ratio in 1993.

Socioeconomic information

We focused our analyses on three individual and one contextual socioeconomic factors which had previously been reported of major importance when investigated in relation with diet in the E3N-EPIC study⁽²⁹⁾. The individual socioeconomic factors were as follows: level of education (three categories: < high school diploma, up to 2 years of university, > 2 years of university), number of children (four categories: 0, 1, 2, 3 or more) and marital status (two categories: single vs. in couple). Number of children and marital status were combined into a unique 'family status' variable (four categories: no partner and no children, no partner and at least one child, a partner and no children, a partner and at least one child). The contextual socioeconomic factor used here was the place of residence in 1993 (six categories: Paris and suburbs, North, West, East, Centre and South).

Individual characteristics

Age, body mass index (BMI, in Kg/m²), level of physical activity (in metabolic equivalents, MET-hours/week), and smoking status (three categories: non-smoker, former smoker, and current smoker) were used as adjustment variables because they have been shown to be associated with diet as well as with the socioeconomic status⁽³⁰⁻³³⁾. All data were available in 1993 and used as covariates in the statistical analyses.

Statistical analysis

For variables with <5% missing values, missing values were imputed with the median of the study population (quantitative variables) or the mode (qualitative variables). In the case of ≥5% of missing values, a "missing" category was created.

Description of the population according to health status

Women were described in terms of socioeconomic factors, individual characteristics, and energy and FV intakes at baseline, according to their health status. Women with cancer were also described according to cancer site (breast cancer vs. all other cancer sites) and stage at diagnosis (stages 0-I vs. stages II-III-IV).

Relative changes in fruit and vegetable consumption in women with cancer diagnosis, compared to healthy women

Linear regression models were used to estimate if being an incident case of cancer had an impact on the changes in FV consumption between the two FFQs. Two dummy variables were created, one for the cancer group, the other one for the other chronic diseases (OCD) group, and inserted in the model as independent variables, while the healthy group was used as the reference group. Relative changes in the 'FV consumption/energy intake' ratio between 1993 and 2005 were studied.

We first performed univariate analyses (Model 0), then we adjusted for age, BMI, physical activity, smoking status, family status, area of residence, energy intake, the 'FV consumption/energy intake' ratio at baseline, and level of education (Model 1).

Models 1 were then stratified according to the socioeconomic factors (level of education, family status and area of residence), stage and site at diagnosis.

All statistical analyses were performed on SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). A P -value < 0.05 was considered statistically significant.

RESULTS

Baseline characteristics

The main characteristics of the study population according to the women's health status are summarized in **Table 1**. Women with incident cancer were similar to healthy women in terms of socioeconomic factors, physical activity level, smoking status, energy intake and FV consumption. They were older (29.6% vs. 23.6% of women with age > 57.0 years) and had higher BMI (19.7% vs. 16.7% of overweight or obese women). On average, women were diagnosed 6 years after and before filling the first and second questionnaire, respectively (data not shown).

When focusing on cancer stage at diagnosis, no main difference was observed between the two groups (stages II-III-IV vs. stages 0-I) except that women with stages II-III-IV were more frequently living in Paris and suburbs (20.7% vs. 18.6%) and overweight or obese (22.0% vs. 18.6%).

Compared with other cancers, women who had a breast cancer diagnosis were more educated (38.3% vs. 34.4% of women with a level of education > 2 years of university), more frequently living in Paris and suburbs (20.4% vs. 18.5%), younger (46.4% vs. 38.5% of women with age ≤ 51.3 years), less physically active (24.2% vs. 26.9% of women with a level of physical activity > 57.0 MET-h/week), more frequently ex-smoker (34.3% vs. 32.4%), and less frequently overweight or obese (17.5% vs. 22.8%).

Impact of cancer diagnosis on changes in fruit and vegetables intake over a 12-year period

In comparison with healthy women, an average +2.65% (p=0.0003) increase in FV consumption was observed in women with cancer (**Table 2**). This increase was more important in women with stages II-III-IV at diagnosis than in women with less advanced cancer (β =+5.03%, p=0.0003 vs. β =+1.96%, p=0.0369).

Cancer site impact on changes in fruit and vegetables intakes over a 12-year period

When considering cancer site, the above-reported changes were restricted to breast cancer. Women with a breast cancer diagnosis during the study period reported an increase in FV consumption at the second questionnaire (β =+3.31%, p=0.0004), when compared to healthy women (**Table 2**). Women who had another type of cancer did not increase their FV consumption (β =+1.73%, p=0.12). The increase seen for breast cancer was mainly observed in women with stages II-III-IV at diagnosis (β =+7.23%, p<0.0001 vs. β =+2.03%, p=0.075 for women with stages 0-I at diagnosis).

Socioeconomic factors and fruit and vegetables intakes among women who had cancer

Analyses stratified by socioeconomic factors are presented in **Table 2**. Below, only the results on women with breast cancer diagnosed at stages II-III-IV compared with healthy women are commented.

A significant increase in FV consumption was only observed in women with moderate (β =+5.01%, p=0.029) or high level of education (β =+10.20%, p=0.0002). The increase was not

ANNEXE 8 : Article 3 en révision au *International Journal of Cancer*
« Influence of a cancer diagnosis on the evolution of fruit and vegetable consumption according to cancer site, stage at diagnosis, and socioeconomic factors: results from the large E3N-EPIC study »

statistically significant in women with a low level of education ($\beta=+8.00\%$, $p=0.17$) but, possibly due to the limited number of subjects in that group.

Among women having a partner, an increase in FV consumption was only observed among those having at least one child ($\beta=+6.46\%$, $p=0.0007$ vs. $\beta=+6.94\%$, $p=0.3145$ for women with no child), whereas among single women, an increase in FV consumption was only observed among those with no child ($\beta=+18.71\%$, $p=0.003$ vs. $\beta=+4.59\%$, $p=0.4323$ for women with at least one child).

Finally, when considering the area of residence, an increase in FV consumption was observed in women living in the South, West, and East of France. The increase was stronger in women living in the East ($\beta=+15.03\%$, $p=0.0004$) and in women living in the West ($\beta=+11.91\%$, $p=0.0235$) than in women living in the South of France ($\beta=+8.49\%$, $p=0.0028$). No changes in FV consumption was observed in women who lived in the North and Centre of France, and in Paris and suburbs ($\beta=+2.09\%$, $p=0.6901$, $\beta=+7.43\%$, $p=0.2227$ and $\beta=+1.08\%$, $p=0.7717$, respectively).

DISCUSSION

In the large E3N-EPIC cohort study, we investigated how cancer diagnosis affected women's FV consumption, used as a proxy of the overall diet quality, and whether the cancer site and stage at diagnosis, or the socioeconomic environment had an impact on the changes. We observed an increase in FV in women with cancer, in comparison with healthy women. The increase was restricted to breast cancers and was more important in women diagnosed with stages II-III-IV than in women with less advanced forms of breast cancer. Regarding socioeconomic factors, we observed that the increase of FV consumption in women with more advanced forms of breast cancer was different according to the socioeconomic status.

A recent review reported that previous prospective cohort studies conducted in cancer survivors highlighted relatively low levels of physical activity, poor adherence to dietary guidelines, and a high prevalence of overweight and obesity among these patients after treatments⁽¹³⁾. Weight gain and decrease in physical activity were also reported. These results are in conflict with other authors which shown that cancer diagnosis can be a teachable moment⁽³⁴⁾. In our study, FV consumption was preferentially increased in cancer survivors than among comparable healthy women. Indeed, E3N-EPIC participants, who are more frequently

health-conscious and educated than the general population, may have used the cancer diagnosis period and the post-treatment period to permanently improve their diet quality.

Moreover, the overall observed association was actually restricted to women with advanced forms of breast cancer (stages II-III-IV) at diagnosis. This is in line with the results obtained in a Norwegian prospective study⁽¹⁵⁾. Due to few studies on the topic, we can only hypothesize that a more severe diagnosis may be a stronger incentive to lifestyle changes, as previously suggested⁽¹⁵⁾. In terms of cancer site, previous studies have shown that breast cancer patients seem to be especially motivated to make lifestyle changes^(35,36) and studies reported that such lifestyle changes are common in these patients^(37,38).

When considering socioeconomic factors, we observed that the increase in FV consumption in women diagnosed with breast cancer at stages II-III-IV was only observed in women with moderate to high level of education, women with no partner and no children, women with partner and at least one child and women living in the South, West and East of France. To our knowledge, only one prospective study previously investigated the interplay between diet changes and socioeconomic factors after cancer diagnosis. The authors did not observe any impact of socioeconomic factors on changes in vegetables and alcohol consumptions after cancer diagnosis⁽¹⁴⁾. Regarding level of education and living in the South of France, our results were in line with previous reports that both factors were associated with higher adherence to national dietary guidelines among adults^(39,40). Furthermore, in a previous study, survivors with higher level of education reported higher adherence to the WCRF/AICR guidelines⁽⁴¹⁾. For family status and living in the West and East of France, further research should focus on understanding the pathways through which these specific socioeconomic subgroups increase their FV consumption.

Strengths and limitations

We are aware of some limitations of our study. Apart from breast cancer, the number of cases of other types of cancer prevented us from separately studying specific cancer sites. Participants diagnosed with the most advanced cancers, who might have died from their cancer before the second food frequency questionnaire were therefore not included in the analyses. Considering that the E3N women are more health-conscious and educated than the general population, our

ANNEXE 8 : Article 3 en révision au *International Journal of Cancer*
« Influence of a cancer diagnosis on the evolution of fruit and vegetable consumption according to cancer site, stage at diagnosis, and socioeconomic factors: results from the large E3N-EPIC study »

results cannot not be extrapolated to the overall French population. Still, we highlighted socioeconomic inequities in this health-conscious population and therefore assume they would have been stronger in the general population where a greater variability in diet and socioeconomic environment exists.

Our study has several strengths. To our knowledge, this is the first large prospective study investigating changes in diet among people with cancer, over such a long-term period (12 years). We used dietary data collected twice at a 12-year interval and collected from an extensive and validated food frequency questionnaire, as well as individual and contextual socioeconomic factors. Finally, our study included a large number of cancer cases, thus providing a high statistical power. It allowed for analyses stratified by stage and site, having a high number of breast cancers.

Conclusions

An increase in FV consumption was observed in women with cancer when compared to healthy women, especially in women diagnosed with a more advanced form of breast cancer (stages II-III-IV). These changes were different according to socioeconomic status. Further research is needed to better understand the pathways through which these specific SE subgroups increase their FV consumption and the differences observed according to cancer stage and site. Our findings are in favor of an intensification of nutritional guidelines delivery after any cancer diagnosis, taking into account the socioeconomic status of individuals.

ANNEXE 8 : Article 3 en révision au *International Journal of Cancer*
« Influence of a cancer diagnosis on the evolution of fruit and vegetable consumption according to cancer site, stage at diagnosis, and socioeconomic factors: results from the large E3N-EPIC study »

Table 1: Baseline characteristics of the study population in 1993, stratified by health status (E3N-EPIC cohort study, n=53 981)

	All N=53 981	Healthy N=40 511	Cancer N=4 619		Breast cancer N=2 699		Other cancers N=1 920		Other chronic diseases N=6 851
			Stages 0-I n=2 674	Stages II-III-IV n=1 170	All n=1 785	Stages 0-I n=790	All n=889	Stages II-III-IV n=380	
Percentages %									
Socioeconomic factors									
Level of education									
< High school diploma	10.1	9.6	9.5	9.2	9.5	9.7	9.1	8.5	12.4
Up to 2 university years	53.6	53.4	53.6	54.2	52.2	52.0	56.5	57.6	54.6
> 2 university years	36.3	37.0	36.9	36.6	38.3	37.8	34.4	33.9	33.0
Family									
No partner, no children	5.7	5.7	5.8	6.7	6.4	6.0	5.6	5.4	5.5
No partner, at least 1 child	10.0	9.9	10.2	10.2	9.7	9.6	11.3	11.2	10.6
Partner, no children	5.6	5.6	6.0	6.6	6.4	6.4	5.6	5.3	5.2
Partner, at least 1 child	78.7	78.8	77.5	76.5	77.5	78.0	77.5	78.1	78.7
Area of residence									
South	34.9	35.0	34.5	34.3	34.9	35.6	34.3	32.8	35.2
West	11.2	11.3	11.8	11.1	10.9	11.3	12.4	12.8	10.2
North	12.6	12.4	13.4	12.0	12.6	12.3	13.3	15.4	13.1
East	14.2	14.2	13.4	14.0	13.9	13.4	12.6	13.3	15.0
Centre	8.3	8.1	8.3	7.9	7.3	7.7	8.9	9.3	9.1
Paris and suburbs	18.8	19.0	18.6	20.7	20.4	19.7	18.5	16.4	17.4

To be followed next page

ANNEXE 8 : Article 3 en révision au *International Journal of Cancer*
« Influence of a cancer diagnosis on the evolution of fruit and vegetable consumption according to cancer site, stage at diagnosis, and socioeconomic factors: results from the large E3N-EPIC study »

	All N=53 98 f	Healthy N=40 511	Cancer N=4 619	Breast cancer N=2 699		Other cancers N=1 920		Other chronic diseases N=8 851	
				Stages 0-I n=2 674	Stages II-III-IV n=1 170	All n=1 785	Stages 0-I n=889		Stages II-III-IV n=380
Individual characteristics									
Age (years)									
Age < 47.0	25.0	26.3	19.1	19.6	21.2	20.3	22.8	16.1	
47.0 < Age < 51.3	25.0	25.3	24.0	23.9	25.2	24.6	26.6	22.4	
51.3 < Age < 57.0	25.0	24.8	27.3	27.1	26.8	27.3	26.2	27.2	
Age > 57.0	25.0	23.6	29.6	29.4	26.3	27.4	24.4	34.3	
Physical activity (PA - MET·h/week)									
PA ≤ 20.9	24.9	24.8	24.0	23.6	24.5	24.5	23.4	23.2	
20.9 < PA ≤ 35.0	25.4	25.4	25.7	25.2	25.8	25.3	27.7	25.6	
35.0 < PA ≤ 57.0	24.8	25.0	25.0	25.7	25.5	25.8	24.8	24.3	
PA > 57.0	24.9	24.8	25.3	25.5	24.2	24.4	24.1	26.9	
Smoking status									
No smoker	54.2	54.0	53.8	54.2	53.0	53.5	52.7	54.1	
Former smoker	33.2	33.4	33.5	33.1	33.8	34.3	34.1	32.4	
Smoker	12.6	12.6	12.7	12.7	12.2	12.2	12.0	13.0	
BMI									
< 18.5	3.3	3.5	2.9	2.9	2.8	2.7	2.8	3.0	
18.5 ≤ BMI < 25	78.1	79.8	77.4	78.5	79.7	80.1	78.9	74.2	
25 ≤ BMI < 30	15.5	14.2	16.4	15.5	14.6	14.8	14.1	19.0	
BMI ≥ 30	3.1	2.5	3.3	3.1	2.9	2.4	4.2	3.8	
Mean (SD)									
Energy intake in 1993 (kcal)	2217.3 (548.8)	2215.8 (549.6)	2220.2 (533.3)	2224.6 (533.4)	2234.2 (524.4)	2228.9 (529.0)	2244.1 (517.6)	2200.4 (545.0)	2215.9 (542.3)
Fruit and vegetable intake (standard portions)									
1993	8.4 (3.3)	8.3 (3.3)	8.4 (3.3)	8.4 (3.3)	8.3 (3.3)	8.3 (3.2)	8.3 (3.3)	8.6 (3.4)	
2005	9.8 (3.9)	9.9 (3.9)	10.0 (3.9)	10.0 (3.9)	10.0 (3.8)	10.0 (3.9)	10.2 (3.8)	10.0 (4.0)	

BMI, Body Mass Index; MET, Metabolic Equivalent Task.

ANNEXE 8 : Article 3 en révision au *International Journal of Cancer*
« Influence of a cancer diagnosis on the evolution of fruit and vegetable consumption according to cancer site, stage at diagnosis, and socioeconomic factors: results from the large E3N-EPIC study »

Table 2: Relative evolution of fruit and vegetable consumption in women with a cancer diagnosis, compared to healthy women, between 1993 and 2005, using multivariable linear regression models (E3N-EPIC cohort study, n=53 981).

a) Overall study population and stratified results according to level of education and family status.

	All																	
	Level of education				Family				Model I									
	< High school diploma		Up to 2 university years		> 2 university years		No partner, no children		No partner, at least 1 child		Partner, no children		Partner, at least 1 child					
	Model 0		Model 1		Model 0		Model 1		Model 0		Model 1		Model 0					
	N=53 981		N=5 417		N=28 944		N=19 620		N=3 074		N=5 413		N=3 033		N=42 461			
	β	P value	β	P value	β	P value	β	P value	β	P value	β	P value	β	P value	β	P value		
Cancer (N=6419)	1.81%	0.0313	2.65%	0.0003	4.81%	0.0562	1.40%	0.1543	3.89%	0.0014	2.75%	0.3634	4.39%	0.0763	2.43%	0.4215	2.44%	0.0029
Stages 0-I (n=2674)	1.51%	0.1633	1.96%	0.0369	2.22%	0.4893	1.44%	0.255	2.59%	0.0955	2.38%	0.5479	6.43%	0.045	2.58%	0.507	1.33%	0.2041
Stages II-III-IV (n=1170)	5.44%	0.0007	5.03%	0.0003	6.93%	0.1509	2.41%	0.1979	8.41%	0.0003	15.40%	0.005	2.56%	0.591	5.10%	0.3571	4.40%	0.0052
Breast cancer (N=2699)	4.05%	0.0002	3.31%	0.0004	5.36%	0.0936	1.69%	0.1862	5.06%	0.0009	6.62%	0.0797	4.46%	0.1716	4.94%	0.1893	2.81%	0.0073
Stages 0-I (n=1785)	2.52%	0.0546	2.09%	0.0749	4.09%	0.299	0.61%	0.6928	3.47%	0.0602	6.62%	0.8957	5.67%	0.1548	3.49%	0.446	1.63%	0.1997
Stages II-III-IV (n=790)	8.53%	<.0001	7.23%	<.0001	8.00%	0.1621	5.01%	0.029	10.20%	0.0002	18.71%	0.003	4.59%	0.4323	6.94%	0.3145	6.46%	0.0007
Other cancers (N=1920)	-1.33%	0.295	1.73%	0.1168	4.00%	0.2962	1.02%	0.4782	2.06%	0.2749	-3.44%	0.466	4.30%	0.2292	-1.61%	0.7318	1.92%	0.1198
Stages 0-I (n=889)	-0.52%	0.7772	1.03%	0.2525	-1.46%	0.7888	2.96%	0.1565	0.59%	0.8319	6.29%	0.3653	7.74%	0.1358	0.37%	0.9577	0.73%	0.6808
Stages II-III-IV (n=380)	-0.93%	0.7389	0.45%	0.8532	4.39%	0.6173	-2.53%	0.4216	4.24%	0.3114	4.89%	0.6557	-1.33%	0.8687	1.85%	0.8385	0.13%	0.9611
Other chronic diseases (N=8651)	0.66%	0.299	1.16%	0.0373	0.14%	0.9347	1.11%	0.1356	1.62%	0.0924	3.77%	0.1602	-0.94%	0.6142	0.53%	0.8281	1.32%	0.0328

ANNEXE 8 : Article 3 en révision au *International Journal of Cancer*
« Influence of a cancer diagnosis on the evolution of fruit and vegetable consumption according to cancer site, stage at diagnosis, and socioeconomic factors: results from the large E3N-EPIC study »

b) Overall study population and stratified results according to the area of residence.

	Area of residence																				
	All			South			West			North			East			Centre			Paris and suburbs		
	β	P value	N	β	P value	N	β	P value	N	β	P value	N	β	P value	N	β	P value	N	β	P value	N
Cancer (N=4619)	2.65%	0.0003	53981	3.18%	0.0083	18906	5.78%	0.0068	6022	1.23%	0.5809	6786	3.82%	0.054	7687	4.29%	0.0826	4458	-0.45%	0.7904	10122
Stages 0-I (n=2674)	1.96%	0.0369		1.84%	0.2341		6.24%	0.0214		1.19%	0.674		2.14%	0.401		4.46%	0.1528		-1.04%	0.639	
Stages II-III-IV (n=1170)	5.03%	0.0003		6.50%	0.0049		5.38%	0.1947		3.85%	0.3821		9.12%	0.0138		4.14%	0.38		0.98%	0.7554	
Breast cancer (N=2699)	3.31%	0.0004		3.51%	0.0224		7.14%	0.0109		0.19%	0.9479		6.33%	0.0109		7.02%	0.033		-0.42%	0.8425	
Stages 0-I (n=1785)	2.03%	0.0749		1.77%	0.3384		6.26%	0.0619		0.35%	0.9219		2.33%	0.4501		7.37%	0.0584		-1.31%	0.6174	
Stages II-III-IV (n=790)	7.23%	<0.001		8.49%	0.0028		11.91%	0.0235		2.09%	0.6901		15.03%	0.0004		7.43%	0.2227		1.08%	0.7717	
Other cancers (N=1920)	1.73%	0.1168		2.71%	0.1368		4.11%	0.1848		2.63%	0.4263		-0.11%	0.971		1.09%	0.7575		-0.49%	0.8506	
Stages 0-I (n=889)	1.83%	0.2525		1.99%	0.4608		6.21%	0.1601		2.54%	0.5681		1.74%	0.6885		-0.40%	0.9355		-0.40%	0.9206	
Stages II-III-IV (n=380)	0.45%	0.8532		2.74%	0.4801		-5.07%	0.4443		7.97%	0.3177		-9.83%	0.1903		-0.65%	0.9296		0.73%	0.8977	
Other chronic diseases (N=8851)	1.16%	0.0373		0.47%	0.6021		2.74%	0.1074		3.09%	0.0671		0.07%	0.9629		1.35%	0.018		1.26%	0.3485	

Model 0: Univariate model

Model 1: Model adjusted for age, physical activity, smoking status, BMI, level of education, family status, area of residence, energy intake in 1993 and "FV consumption/energy intake" ratio in 1993.

References

1. WHO (2017) *Fact sheet on cancer*. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs297/en/>. February 2017.
2. Ferlay J, Soerjomataram I, Dikshit R, *et al.* (2015) Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. *Int J Cancer* 136, E359-E386.
3. Arnold M, Sierra MS, Laversanne M, *et al.* (2017) Global patterns and trends in colorectal cancer incidence and mortality. *Gut* 66, 683-691.
4. Cancer Research UK (2008) *Cancer and health inequalities: An introduction to current evidence*.
5. IARC (2017) *Social inequities and cancer*. IARC Scientific Publication No.138.
6. Conway DI, Petticrew M, Marlborough H, *et al.* (2008) Socioeconomic inequalities and oral cancer risk: a systematic review and meta-analysis of case-control studies. *Int J Cancer* 122, 2811-2819.
7. Parikh S, Brennan P & Boffetta P (2003) Meta-analysis of social inequality and the risk of cervical cancer. *Int J Cancer* 105, 687-691.
8. Uthman OA, Jadidi E & Moradi T (2013) Socioeconomic position and incidence of gastric cancer: a systematic review and meta-analysis. *J Epidemiol Community Health* 67, 854-860.
9. Lundqvist A, Andersson E, Ahlberg I, *et al.* (2016) Socioeconomic inequalities in breast cancer incidence and mortality in Europe-a systematic review and meta-analysis. *Eur J Public Health* 26, 804-813.
10. Kushi LH, Doyle C, McCullough M, *et al.* (2012) American Cancer Society Guidelines on nutrition and physical activity for cancer prevention: reducing the risk of cancer with healthy food choices and physical activity. *CA Cancer J Clin* 62, 30-67.
11. WCRF / AICR (2016) Cancer prevention & survival. Summary of global evidence on diet, weight, physical activity & what increases or decreases your risk of cancer.
12. Pekmezi DW & Demark-Wahnefried W (2011) Updated evidence in support of diet and exercise interventions in cancer survivors. *Acta Oncol* 50, 167-178.
13. Demark-Wahnefried W, Rogers LQ, Alfano CM, *et al.* (2015) Practical clinical interventions for diet, physical activity, and weight control in cancer survivors. *CA Cancer J Clin* 65, 167-189.
14. Fassier P, Zelek L, Lécuyer L, *et al.* (2017) Modifications in dietary and alcohol intakes between before and after cancer diagnosis: Results from the prospective population-based NutriNet-Santé cohort. *Int J Cancer* 141, 457-470.
15. Skeie G, Hjartaker A, Braaten T, *et al.* (2009) Dietary change among breast and colorectal cancer survivors and cancer-free women in the Norwegian Women and Cancer cohort study. *Cancer Causes Control* 20, 1955-1966.
16. Bazzano LA, He J, Ogden LG, *et al.* (2002) Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease in US adults: the first National Health and Nutrition Examination Survey Epidemiologic Follow-up Study. *Am J Clin Nutr* 76, 93-99.
17. Boffetta P, Couto E, Wichmann J, *et al.* (2010) Fruit and vegetable intake and overall cancer risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *J Natl Cancer Inst* 102, 529-537.
18. Harding AH, Wareham NJ, Bingham SA, *et al.* (2008) Plasma vitamin C level, fruit and vegetable consumption, and the risk of new-onset type 2 diabetes mellitus: the European

ANNEXE 8 : Article 3 en révision au *International Journal of Cancer*
« Influence of a cancer diagnosis on the evolution of fruit and vegetable consumption according to cancer site, stage at diagnosis, and socioeconomic factors: results from the large E3N-EPIC study »

- prospective investigation of cancer--Norfolk prospective study. *Arch Intern Med* 168, 1493-1499.
19. Ledoux TA, Hingle MD & Baranowski T (2011) Relationship of fruit and vegetable intake with adiposity: a systematic review. *Obes Rev* 12, e143-e150.
 20. Liu RH (2003) Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *Am J Clin Nutr* 78, 517S-520S.
 21. Van Duyn MA & Pivonka E (2000) Overview of the health benefits of fruit and vegetable consumption for the dietetics professional: selected literature. *J Am Diet Assoc* 100, 1511-1521.
 22. Clavel-Chapelon F, van Liere MJ, Giubout C, *et al.* (1997) E3N, a French cohort study on cancer risk factors. E3N Group. Etude Epidemiologique aupres de femmes de l'Education Nationale. *Eur J Cancer Prev* 6, 473-478.
 23. Riboli E & Kaaks R (1997) The EPIC Project: rationale and study design. European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Int J Epidemiol* 26 Suppl 1, S6-14.
 24. Clavel-Chapelon F (2015) Cohort Profile: The French E3N Cohort Study. *Int J Epidemiol* 44, 801-809.
 25. van Liere MJ, Lucas F, Clavel F, *et al.* (1997) Relative validity and reproducibility of a French dietary history questionnaire. *Int J Epidemiol* 26 Suppl 1, S128-S136.
 26. Institut de veille sanitaire (2006) *Etude nationale nutrition santé ENNS*.
 27. Buckland G, Agudo A, Lujan L, *et al.* (2010) Adherence to a Mediterranean diet and risk of gastric adenocarcinoma within the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) cohort study. *Am J Clin Nutr* 91, 381-390.
 28. Buckland G, Ros MM, Roswall N, *et al.* (2014) Adherence to the Mediterranean diet and risk of bladder cancer in the EPIC cohort study. *Int J Cancer* 134, 2504-2511.
 29. Affret A, Severi G, Dow C, *et al.* (2017) Socio-economic factors associated with a healthy diet: results from the E3N study. *Public Health Nutr*, 1-10.
 30. Beenackers MA, Kamphuis CB, Giskes K, *et al.* (2012) Socioeconomic inequalities in occupational, leisure-time, and transport related physical activity among European adults: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act* 9, 116.
 31. Bertin M, Touvier M, Dubuisson C, *et al.* (2016) Dietary patterns of French adults: associations with demographic, socio-economic and behavioural factors. *J Hum Nutr Diet* 29, 241-254.
 32. Cameron AJ, Spence AC, Laws R, *et al.* (2015) A Review of the Relationship Between Socioeconomic Position and the Early-Life Predictors of Obesity. *Curr Obes Rep* 4, 350-362.
 33. Hiscock R, Bauld L, Amos A, *et al.* (2012) Socioeconomic status and smoking: a review. *Ann N Y Acad Sci* 1248, 107-123.
 34. Demark-Wahnefried W, Aziz NM, Rowland JH, *et al.* (2005) Riding the crest of the teachable moment: promoting long-term health after the diagnosis of cancer. *J Clin Oncol* 23, 5814-5830.
 35. Rock CL & Demark-Wahnefried W (2002) Nutrition and survival after the diagnosis of breast cancer: a review of the evidence. *J Clin Oncol* 20, 3302-3316.
 36. Thomson CA, Flatt SW, Rock CL, *et al.* (2002) Increased fruit, vegetable and fiber intake and lower fat intake reported among women previously treated for invasive breast cancer. *J Am Diet Assoc* 102, 801-808.
 37. Steinhilper L, Geyer S & Sperlich S (2013) Health behavior change among breast cancer patients. *Int J Public Health* 58, 603-613.

38. Patterson RE, Neuhouser ML, Hedderson MM, *et al.* (2003) Changes in diet, physical activity, and supplement use among adults diagnosed with cancer. *J Am Diet Assoc* 103, 323-328.
39. Malon A, Deschamps V, Salanave B, *et al.* (2010) Compliance with French nutrition and health program recommendations is strongly associated with socioeconomic characteristics in the general adult population. *J Am Diet Assoc* 110, 848-856.
40. Wyndels K, Dallongeville J, Simon C, *et al.* (2011) Regional factors interact with educational and income tax levels to influence food intake in France. *Eur J Clin Nutr* 65, 1067-1075.
41. Inoue-Choi M, Robien K & Lazovich D (2013) Adherence to the WCRF/AICR guidelines for cancer prevention is associated with lower mortality among older female cancer survivors. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 22, 792-802.

Annexe 9 : Article 4 publié dans *BMC Nephrology* « *Validity and reproducibility of a short food frequency questionnaire among patients with chronic kidney disease* ».

Affret et al. *BMC Nephrology* (2017) 18:297
DOI 10.1186/s12882-017-0695-2

BMC Nephrology

RESEARCH ARTICLE

Open Access

Validity and reproducibility of a short food frequency questionnaire among patients with chronic kidney disease



Aurélié Affret^{1,2,3}, Sandra Wagner^{1,2,3,4}, Douae El Fatouhi^{1,2,3}, Courtney Dow^{1,2,3}, Emmanuelle Correia^{1,2,3}, Maryvonne Niravong^{1,2,3}, Françoise Clavel-Chapelon^{1,2,3}, Julie De Chefdebien^{1,2,3}, Denis Fouque^{4,5,6}, Bénédicte Stengel^{1,2,3}, on behalf of CKD-REIN study investigators, Marie-Christine Boutron-Ruault^{1,2,3,7*} and Guy Fagherazzi^{1,2,3}

Abstract

Background: A balanced diet is essential to slowing the progression of chronic kidney disease (CKD) and managing the symptoms. Currently, no tool is available to easily and quickly assess energy and macronutrient intake in patients with non end-stage CKD.

We aimed to develop and evaluate the validity and reproducibility of a new short 49-item food frequency questionnaire (SFFQ) adapted to patients with CKD.

Methods: The CKD-REIN study is a prospective cohort that enrolled 3033 patients with moderate or advanced CKD from a national sample of nephrology clinics. A sub-sample of 201 patients completed the SFFQ twice, at a one-year interval and were included in the reproducibility study. During this interval, 127 patients also completed six 24-h recalls and were included in the validity study. Main nutrient and dietary intakes were computed. Validity was evaluated by calculating crude, energy-adjusted and de-attenuated correlation coefficients (CC) between FFQ and the mean of the 24-h recall results. Bland-Altman plots were performed and cross-classification into quintiles of consumption of each nutrient and food group was computed. Reproducibility between the two SFFQs was evaluated by intraclass CC (ICC).

Results: Regarding validity, CC ranged from 0.05 to 0.79 (unadjusted CC, median: 0.40) and 0.10 to 0.59 (de-attenuated CC, median: 0.35) for food group and nutrient intakes, respectively. Five of the most important nutrients of interest in CKD, i.e. protein, calcium, phosphorus, potassium, and sodium had de-attenuated CC of 0.46, 0.43, 0.39, 0.32, and 0.12, respectively. The median of classification into the same or adjacent quintiles was 68% and 65% for food and nutrient intakes, respectively, and ranged from 63% to 69% for the five nutrients mentioned before. Bland-Altman plots showed good agreement across the range of intakes. ICC ranged from 0.18 to 0.66 (median: 0.46).

Conclusions: The CKD-REIN SFFQ showed acceptable validity and reproducibility in a sample of patients with CKD, notably for CKD nutrients of importance. It can now be used in large-scale epidemiological studies to easily assess the relations between diet and CKD outcomes as well as in clinical routine. It may also serve as a basis for the development of FFQs in international CKD cohort networks.

Keywords: Chronic kidney disease, Short food frequency questionnaire, Validity, Reproducibility, Diet, Dietary assessment

* Correspondence: marie-christineboutron@gustaveroussy.fr

¹Inserm U1018, Center for Research in Epidemiology and Population Health (CESP), Villejuif, France

²Univ Paris-Sud, Villejuif, France

Full list of author information is available at the end of the article



© The Author(s). 2017 **Open Access** This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.

ANNEXE 9 : Article 4 publié dans *BMC Nephrology* « Validity and reproducibility of a short food frequency questionnaire among patients with chronic kidney disease »

Affret et al. *BMC Nephrology* (2017) 18:297

Page 2 of 15

Background

Chronic Kidney Disease (CKD), defined by the presence of abnormalities in kidney structure or function for a period greater than 3 months, is common [1]. It is associated with high risks of mortality and progression to end-stage renal disease (ESRD), for which kidney replacement therapy (dialysis) or transplantation is required. To avoid progression to ESRD, prevention of CKD progression and management of the symptoms through nutrition are essential [2]. Indeed, epidemiological and clinical evidence have shown links between several micronutrients and CKD [3]. In this context, it is currently recommended (but rarely achieved) to reduce dietary protein intake (DPI) to 0.8 g/kg/day from CKD stage 3 [1, 4], even if the DPI effect on the progression of CKD is still debated [5–7]. Calcium, phosphorus, potassium and sodium chloride intakes also need to be monitored, from CKD stage 3, due to their relation with mineral, bone and cardiovascular CKD complications [1, 4]. Finally, because more than 40% of CKD patients have diabetes, they are encouraged to limit the specific nutrients diabetic patients are advised to limit (i.e. simple sugars and saturated fats) [8]. In terms of dietary patterns, the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet and the Mediterranean diet, both low in dietary acid load, have been associated with favorable CKD outcomes [3].

Despite these numerous and complex dietary recommendations and findings, very few CKD patients with non-ESRD have a dietetic follow-up, and little is known about their food consumption.

It is therefore essential to examine the relationship between dietary factors and outcomes in patients with CKD [9]. Food Frequency Questionnaires (FFQs) have been previously developed in the CKD context but most of them are long questionnaires (around 150 items) [1, 10–13] or focus on the estimation of specific nutrient/food intakes [14, 15]. One SFFQ of 76 food items was developed in the Brazilian context [16].

A consortium of 6 cohorts (E3N [17], E4N [18], CKD-REIN [13], i-Share [19], Elfe [20] and Psy-COH) was created to obtain a unique Short Food Frequency Questionnaire (SFFQ), useful to quickly assess the diet in several population subgroups: patients with CKD (CKD-REIN cohort), adolescents, students, adults, the elderly and patients with mental disorders.

Existing SFFQs have not been suitable to quickly assess the diet in several French population subgroups: i) the SFFQ developed by Vercambre et al. [21] was developed for senior women and focuses on nutrients of interest for this population, ii) one third of the items of the SFFQ developed by Giovannelli et al. [22] are not valid and no food composition table

is available to study nutritional intakes, iii) the SFFQ developed by Barrat et al. [23] refers to past week intakes, does not take seasonal variability into account and does not focus on nutrients of interest in a CKD context. Therefore, the consortium decided to develop a new and unique SFFQ (40 items) adapted to several population subgroups of interest. They also agreed that few additional specific questions (10 items max., 9 in the present study) could be added to the questionnaire to aid in the estimation of some nutrients of interest, in the context of specific populations such as CKD patients.

The CKD-REIN (CKD-Renal Epidemiology and Information Network) cohort was chosen to be the first pilot study for evaluating the SFFQ feasibility and validity. Before using a newly developed or modified FFQ, it must first be validated to be considered as an acceptable method of dietary assessment [24]. The aim of the present study was to study the reproducibility of the newly developed SFFQ, and evaluate its validity against six 24-h recalls, in a sample of patients with moderate or advanced CKD.

Methods

Study population and design

The CKD-REIN study is a clinical-based prospective cohort that included 3033 adult patients with moderate or advanced CKD from a nationally representative sample of nephrology facilities between July 2013 and March 2016. The design and methods for this cohort have been described in detail elsewhere [25]. Between April and June 2014, participants who were included in the CKD-REIN study were informed about the design of the present reproducibility and validity study and were invited to participate. In total, 301 participants were volunteers, gave informed consent and were mailed the newly developed SFFQ. They were asked to complete the SFFQ twice, at a 1 year interval, in June 2014 and 2015. 244 participants completed the SFFQ once and 208 participants completed it twice. Participants who under- or over-reported energy intake in one of the SFFQs were excluded as previously described [26]: they were in the top and bottom 1% of the energy intake to energy requirement ratio distribution. Energy requirement was calculated as follows: Basal Metabolic Rate (BMR) * Physical Activity Level (the cutoff value of 1.55 for a minimal activity level was chosen [27]). BMR was computed on the basis of sex, age, height and weight, using the Schofield formula [28]. A total of 201 participants were included in the reproducibility study. Among them, 127 patients agreed to answer six 24-h recalls and were therefore included in the validity study (a flow diagram is presented in Additional file 1).

ANNEXE 9 : Article 4 publié dans *BMC Nephrology*

« Validity and reproducibility of a short food frequency questionnaire among patients with chronic kidney disease »

Affret et al. *BMC Nephrology* (2017) 18:297

Page 3 of 15

Short food frequency questionnaire

The food list of the SFFQ was defined on the basis of existing national food questionnaires [21–23, 29–32] and data from the second national study of individual food intakes of French adults (INCA 2) [33]. The SFFQ was self-administered, completed at home and then returned by mail. The questionnaire asked participants to report their usual dietary intake over the past year and was divided into two parts. In total, 49 items were used to obtain the nutritional data (see Additional file 2).

The first part was composed of 40 food group items. It quantified consumption by frequency (never or less than once a month, x times a day, x times a week or x times a month) and portion sizes per food group item. Photos previously validated [34] were directly integrated into the questionnaire to help participants estimate the consumed quantities of 21 food items (see Additional file 3). Most of the time, there were three photos showing increasing portion sizes with five possible answers (less than the lowest portion, the lowest portion, an intermediate portion, the biggest portion, more than the biggest portion). For items with no photo, participants were asked to quantify their consumption with respect to a standard portion size (typical household measurements such as spoons or standard units such as individual pots of yogurts).

The second part was specific to the study population of patients with CKD. It was composed of nine questions, with the objective of estimating the intake of some nutrients of specific interest as best as possible in this population, such as protein, calcium, phosphorus, potassium, and sodium. Seven of the nine questions provided more detailed information on some food group items asked in the first part of the questionnaire. The two remaining questions enquired about extra-salt added when cooking and the consumption of processed foods.

All the information collected was used to calculate daily intakes of each food group. Frequencies were converted into numbers of servings per day and multiplied by the declared portion size. An ad hoc composition table was developed using data from the INCA2 French representative population survey [33] to estimate the percentage of contribution of each food included in a food group item. Nutritional data were then obtained using the French food composition database established by the French Data Centre on Food Quality (Ciquial, last updated in 2013) [35].

Besides nutritional information, the SFFQ elicited information on sex, birth date, and anthropometric data. It also questioned the participants about dietitian visits and eventual changes of food habits during the past year due to particular situations (diet, pregnancy, move, surgery, depression,...).

24-h recalls

The reference method used to compare results from the SFFQ consisted of six 24-h recalls carried out each 2 months, during the year between the first and the second administration of the SFFQ. Study participants were asked to recall all foods and beverages consumed on the previous day (due to logistics, data for Saturdays were collected on Mondays). Participants were not informed in advance of the day of the recall. All weekdays and all seasons were covered by the recalls in order to account for intra-individual variation. Phone interviews were carried out by a trained dietitian who entered the food data into the Nutrilog Software (v2.70d). These data were instantaneously converted into nutrient intakes by the software, using the Ciquial food composition database [35]. A validated photo album of 42 foods [32] was previously sent to the participants' homes in order to help them quantify the amount of consumed food during the phone interview.

Statistical analysis

We computed descriptive statistics (means and standard deviations) for nutrients and foods for both SFFQs and the average of the six 24-h recalls. Wilcoxon signed rank tests were performed to study differences between mean values.

Validity

To study relative validity, data evaluated by the second SFFQ were compared with the mean of the six 24-h recalls, since both methods covered the same period of time. A list of concordance was established between food group items from the SFFQ and food items provided by 24-h recalls.

Regarding food groups, unadjusted Spearman's correlation coefficients were calculated. Regarding nutrient intakes, unadjusted and energy-adjusted Pearson correlation coefficients were calculated. Energy-adjusted coefficients, corrected for attenuation due to within-person variation in the reference method (de-attenuated coefficients) [36, 37], were also produced. Energy adjustment was performed using the residual method [37]. To improve the normal distribution, nutrient intakes were logarithmically transformed before analysis.

We examined the level of agreement in ranking subjects between the two methods through cross-classification into quintiles, in terms of food group and nutrient intakes. Misclassification was defined as the percentage of participants classified in the lowest quintile in the SFFQ and the highest quintile in the 24-h recalls and vice versa. Due to several food groups with a proportion of non-consumers > 20%, cross-classification into three classes was performed. Classes were defined as follows: class = 1 for null consumption; class = 2 for

ANNEXE 9 : Article 4 publié dans *BMC Nephrology* « Validity and reproducibility of a short food frequency questionnaire among patients with chronic kidney disease »

consumption below or equal to the median value in consumers, class = 3 for consumption over the median value in consumers. For food groups with a proportion of non-consumers < 20%, cross-classification into tertiles was also performed.

We also evaluated agreement between the SFFQ and the six 24-h recalls performing Bland-Altman plots on energy-adjusted values [38–40]. Mean differences between the two assessment methods were plotted against the average estimation of the two methods. The 95% limit of agreement was calculated as the mean difference \pm 1.96 SD.

Reproducibility

To evaluate reproducibility, data obtained from the first and second SFFQ were compared. Regarding food groups, unadjusted Spearman's correlation coefficients and intraclass correlation coefficients (ICC) were estimated. Regarding nutrient intakes, unadjusted and energy-adjusted Pearson correlation coefficients as well as ICC were calculated. Nutrient intakes were logarithmically transformed before analysis, to improve the normal distribution.

The level of agreement in ranking subjects between the two SFFQs in terms of food group and nutrient intakes was examined through cross-classification into quintiles.

All statistical analyses were performed on SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). A *P*-value < 0.05 was considered statistically significant.

Results

Baseline characteristics of the participants included in the validity and reproducibility studies were similar (Table 1). Briefly, 35.3% of the participants were women. The mean age was 65.3 ± 11.8 years and the mean BMI was 28.1 ± 5.5 kg/m². The participants had moderate to advanced CKD: 56.2% stage 3 and 43.8% stage 4. Baseline mean Glomerular Filtration Rate (GFR) was 31.6 ± 11.8 ml/min/1.73m². 39.3% of participants had diabetes (mean HbA1c = 6.3 ± 1.1 % and mean glycaemia = 6.1 ± 1.7 mmol/l). Participants lived in all regions of France, with significant proportions in the Eastern North and Western South.

Validity

Food groups

Dietary intakes estimated by the SFFQ2 and the mean of the six 24-h recalls were mostly comparable (Table 2). However, the SFFQ overestimated some food groups: 'whole-grain pasta, rice and wheat', 'legumes', 'milk', 'fruit juice', 'sweet beverages', and 'artificially-sweetened beverages'. The SFFQ also underestimated the following food group: 'other alcoholic beverages'. These food groups

Table 1 Descriptive characteristics of the subjects included in the validity and reproducibility study

	Validity N = 127	Reproducibility N = 201
	Mean (SD)	
Sex (% women)	37.8	35.3
Age (years)	67.4 (10.1)	65.3 (11.8)
BMI (kg/m ²)	28.0 (5.6)	28.1 (5.5)
CKD stage	%	
Stage 3	58.3	56.2
Stage 4	41.7	43.8
GFR (ml/min/1.73m ²) ^a	Mean (SD)	
	30.9 (10.7)	31.6 (11.8)
	Mean (SD)	
With diabetes (%)	37.8	39.3
HbA1c (%) ^a	6.3 (1.1)	6.3 (1.1)
Glycaemia (mmol/l) ^a	6.0 (1.7)	6.1 (1.7)
Area of residence	%	
Western North	3.9	6.5
Eastern North	37.8	31.3
Western South	38.6	35.3
Eastern South	10.2	12.9
Paris and suburbs	9.4	13.9
Distribution of 24-h recall days	Mean (SD)	
Weekday	4.3 (0.5)	
Weekend	1.7 (0.5)	
Autumn/winter	2.8 (0.6)	
Spring/summer	3.2 (0.6)	

BMI Body Mass Index, **CKD** chronic kidney disease, **GFR** Glomerular Filtration Rate

^aGFR has been measured at patients' inclusion in the CKD-REIN study; HbA1c and Glycaemia have been measured at a point close to SFFQ1 fill in (average of 2.7 and 2.6 months before SFFQ1 administration in the validity and reproducibility studies, respectively)

had a large number of non-consumers (>20% of participants according to SFFQ2).

Unadjusted Spearman coefficients ranged from 0.05 (legumes) to 0.79 (tea and herb teas), the median value being 0.40. 13 food groups had correlation coefficients below 0.3.

The median proportion of participants classified in the same and adjacent quintiles of food group consumption by the SFFQ2, as well as by the mean of the six 24-h recalls, was 68.0%. The median proportion of misclassified participants was 3.0%. The median proportion of participants classified in the same tertile was 51.0%.

Nutrients

Mean macronutrient intakes estimated using the SFFQ2 were not statistically significantly different from those

ANNEXE 9 : Article 4 publié dans *BMC Nephrology*
« Validity and reproducibility of a short food frequency questionnaire among patients with chronic kidney disease »

Table 2 Relative validity of the SFFQ for food groups (n = 127)

	Daily intakes			Spearman correlation coefficients	Cross-classification of food group distributions		
	24-hour recalls	SFFQ 2	SFFQ2-24-hour recalls	SFFQ2 vs. means of six 24-hour recalls	% of subjects classified in same tertile ^a	% of subjects classified in same or adjacent quintile	% of misclassified subjects
	Mean in grams (foods) or ml (beverages) (SD)		Means of differences, in grams (foods) or ml (beverages) (SD)	Unadjusted			
Whole-grain bread and substitutes ^b	20.3 (40.3)	29.9 (53.3)	9.6 (64.3)	0.15	48	.	.
White bread and substitutes	83.3 (63.4)	93.2 (91.7)	9.9 (75.1)	0.49	51	73	2
Breakfast cereals ^b	0.9 (6.0)	1.5 (6.1)	0.6 (5.6)	0.65	95	.	.
Whole-grain pasta, rice and wheat ^b	2.8 (18.4)	20.0* (35.1)	17.1 (32.4)	0.19	50	.	.
White pasta, rice and wheat	67.8 (58.9)	43.8* (45.9)	-24.0 (56.1)	0.39	47	66	2
Legumes ^b	7.0 (16.7)	26.9* (44.0)	19.8 (47.7)	0.05	24	.	.
French fries and other fried tubers ^b	8.3 (12.2)	11.1 (15.7)	2.8 (18.7)	0.17	34	.	.
Potatoes and other tubers (not fried)	61.0 (51.9)	52.5 (49.9)	-8.4 (62.6)	0.22	42	66	6
Cooked vegetables	229.2 (186.9)	107.6* (118.0)	-121.6 (196.0)	0.27	37	61	4
Raw vegetables	65.8 (45.1)	35.5* (38.4)	-30.3 (47.7)	0.42	50	66	3
Pizza, lasagna and quiche ^b	14.9 (26.7)	12.2 (21.0)	-2.7 (31.6)	0.24	38	.	.
Sandwich, burgers and kebab ^b	2.8 (16.0)	2.1 (7.1)	-0.6 (12.5)	0.41	86	.	.
Fish fingers/ breaded meat ^c	3.5 (8.7)	4.8 (12.4)	1.3 (13.9)	0.22	59	.	.
Sausages and other processed meat	33.7 (27.7)	23.6* (37.3)	-10.0 (40.0)	0.31	41	65	4
Poultry/rabbit	32.9 (28.5)	26.3* (36.4)	-6.6 (42.8)	0.24	43	61	5
Meat	52.2 (37.0)	37.1* (37.4)	-15.0 (46.9)	0.31	44	68	3
Offa ^b	3.4 (8.6)	2.8 (5.2)	-0.6 (9.7)	0.10	62	.	.
Eggs ^b	11.6 (14.4)	14.6* (13.2)	3.0 (16.5)	0.27	35	.	.
Fish ^b	46.1 (78.2)	16.0* (17.5)	-30.1 (78.1)	0.27	44	.	.
Seafood (excluding fish) ^b	9.6 (24.1)	3.3* (5.5)	-6.3 (23.8)	0.20	51	.	.
Milk ^b	60.6 (98.8)	1186* (3044)	58.0 (267.2)	0.77	65	.	.
Yoghurt, fromage blanc, cottage cheese	71.0 (64.2)	78.6 (74.3)	7.6 (63.7)	0.59	54	79	2
Cream dessert ^c	11.3 (25.9)	16.7 (31.6)	5.4 (31.4)	0.39	52	.	.
Cheese	33.0 (21.7)	30.2 (47.1)	-2.8 (47.5)	0.43	50	68	3
Butter, crème fraîche ^b	6.3 (7.0)	10.3* (14.8)	4.0 (11.4)	0.59	49	.	.
Margarine, mayonnaise ^b	3.7 (6.4)	5.0* (9.8)	1.3 (8.7)	0.54	62	.	.
Olive oil ^b	2.5 (3.7)	5.3* (7.0)	2.8 (6.4)	0.52	57	.	.
Rapeseed oil, walnut oil, mixed oil ^b	2.0 (3.0)	2.9 (4.7)	0.9 (4.7)	0.53	50	.	.
Sunflower oil, groundnut oil ^b	1.3 (2.5)	1.9 (4.5)	0.6 (4.0)	0.45	61	.	.
Salty snacks ^b	3.0 (6.7)	2.9 (6.7)	-0.1 (6.7)	0.35	57	.	.
Sweet snacks, chocolate and viennoiseries ^b	38.6 (37.1)	21.0* (44.5)	-17.5 (50.8)	0.35	48	.	.
Fruit	270.1 (157.8)	295.9 (268.7)	25.8 (251.3)	0.41	47	69	4

ANNEXE 9 : Article 4 publié dans *BMC Nephrology* « Validity and reproducibility of a short food frequency questionnaire among patients with chronic kidney disease »

Table 2 Relative validity of the SFFQ for food groups ($n = 127$) (Continued)

Water	1201.0 (481.9)	982.2* (679.6)	-218.8 (641.7)	0.42	54	72	3
Coffee	267.9 (192.6)	387.8* (472.7)	119.9 (425.2)	0.61	61	76	2
Tea and herb teas ^b	93.1 (183.9)	124.3* (280.4)	31.2 (160.2)	0.79	74	.	.
Fruit juice ^b	48.1 (79.6)	108.9* (294.4)	60.8 (272.9)	0.61	61	.	.
Sweet beverages ^b	19.9 (64.9)	97.8* (500.9)	77.8 (487.6)	0.40	71	.	.
Artificially-sweetened beverages ^b	18.6 (133.7)	72.1 (432.1)	53.5 (416.0)	0.48	89	.	.
Wine ^b	77.8 (125.7)	90.0 (156.7)	12.2 (105.1)	0.77	68	.	.
Other alcoholic beverages ^b	40.0 (81.7)	34.9 (94.4)	-5.1 (93.9)	0.47	54	.	.

*Significantly different from the value of the mean of the six 24-h recalls, according to Wilcoxon signed rank tests

^aFor food groups with a proportion of non-consumers > 20%, tertiles and quintiles classifications were not performed. Instead, participants were classified as follows: class = 1 for null consumption; class = 2 for consumption below or equal to the median value in consumers, class = 3 for consumption above the median value in consumers

^bThese food groups have a large proportion of non-consumers (>20%)

The statistical tests provided p -values <0.05 for each unadjusted Spearman correlation coefficient, except for those in bold

estimated using the six 24-h recalls, except for protein, dietary fibre and cholesterol intakes which were underestimated by the SFFQ (Table 3). When micronutrient intakes estimated using the SFFQ were different from those estimated using the six 24-h recalls (p value < 0.05), they were underestimated by the SFFQ, except for retinol and manganese intakes.

Unadjusted correlation coefficients ranged from 0.11 (water) to 0.76 (alcohol), with the median value being 0.32. De-attenuation improved energy-adjusted correlation coefficients. De-attenuated CC ranged from 0.10 (water) to 0.59 (cholesterol), with the median value being 0.35. Correlation coefficients for nutrients of interest for CKD patients, including protein, calcium, phosphorus, and potassium ranged from 0.32 (potassium) to 0.46 (protein). CC for carbohydrates and lipids were 0.42 and 0.40 respectively. A total of 12 nutrients (carotene, vitamins B3, B5, C, D, iron, magnesium, zinc, manganese, iodine, sodium and water) had correlation coefficients lower than 0.3.

The median of percentages of participants classified in the same and adjacent quintiles of nutrient intakes by the SFFQ2, as well as by the mean of the six 24-h recalls, was 65.0%. The median proportion of misclassified participants was 4.5%. Regarding nutrients of interest for CKD patients, percentages of participants classified in the same and adjacent quintiles ranged from 63% (calcium) to 69% (phosphorus) and the median proportion of misclassified participants ranged from 1% (lipids) to 6% (sodium, phosphorus and potassium).

The Bland-Altman plot analysis graphs show good agreement between the two methods of estimation, across the range of intake, for macronutrients and nutrients of interest for CKD patients (Fig. 1). The mean difference between methods was near zero for all levels of intake, except for sodium and calcium. Across the range of intakes, sodium was systematically underestimated by

the SFFQ2, which was consistent with the results displayed in Table 3. The percentage of points that were outside the limits of agreement ranged from 0.8% (vitamin B6) to 8.7% (vitamine B5), with a median value of 4.7%, which is theoretically the percentage of values outside the mean \pm 1.96 SD. Finally, the agreement did not differ between high and low intakes.

Reproducibility

Food groups

Absolute daily intakes of food groups were mostly comparable between the two SFFQs, except for 'white bread and substitutes', 'sandwiches, burgers and kebabs', 'offal', 'eggs', 'fruit', and 'artificially-sweetened beverages' that showed a decrease between SFFQ1 and SFFQ2 (Table 4).

Unadjusted Spearman correlation coefficients ranged from 0.40 (white bread and substitutes) to 0.86 (wine), with the median value being 0.54. Intraclass correlation coefficients ranged from 0.02 ('Fish fingers/breaded meat') to 0.73 ('wine', 'sunflower oil, groundnut oil' and 'margarine, mayonnaise'), with the median value being 0.40. Seven food groups ('legumes', 'French Fries and other fried tubers', 'fish fingers/breaded meat', 'seafood (excluding fish)', 'offal', 'cheese' and 'fruit juice') had intraclass correlation coefficients lower than 0.3.

The median of percentages of subjects classified in the same and adjacent quintiles of food group consumption by both SFFQs was 75.0%. The median proportion of misclassified participants was 1.0%. The median of percentages of subjects classified in the same tertile was 63.0%.

Nutrients

Absolute daily intake of energy and nutrients were comparable between the two SFFQs, although all nutrient intakes showed a significant slight decrease between SFFQ1 and SFFQ2 (Table 5).

ANNEXE 9 : Article 4 publié dans *BMC Nephrology*
« Validity and reproducibility of a short food frequency questionnaire among patients with chronic kidney disease »

Table 3 Relative validity of the SFFQ for nutrients (n = 127)

	Daily intakes			Pearson correlation coefficients			Cross-classification of nutrient distribution	
	24-hour recalls	SFFQ 2	SFFQ2-24-hour recalls	SFFQ2 vs. means of six 24-hour recalls			% of subjects classified in same or adjacent quintile	% of misclassified subjects
	Mean (SD)		Means of differences (SD)	Unadjusted	Energy-adjusted ^a	De-attenuated ^b		
Energy (kcal)	1758.7 (490.6)	1748.1 (722.8)	-10.5 (669.5)	0.40	.	.	67	4
Protein (g)	75.1 (19.9)	69.7* (28.0)	-5.5 (27.1)	0.39	0.39	0.46	68	2
Carbohydrates (g)	196.3 (63.7)	201.5 (102.3)	5.2 (98.7)	0.36	0.39	0.42	65	5
Fat (g)	61.5 (19.6)	60.0 (28.3)	-1.4 (26.8)	0.44	0.34	0.40	66	1
SFA (g)	24.1 (8.6)	23.6 (13.6)	-0.5 (12.7)	0.47	0.39	0.47	66	1
MUFA (g)	20.4 (7.0)	21.5 (10.1)	1.1 (9.5)	0.43	0.31	0.39	69	2
PUFA (g)	9.2 (4.3)	8.9 (4.9)	-0.4 (5.3)	0.41	0.40	0.46	67	1
Cholesterol (mg)	263.5 (98.5)	234.2* (109.8)	-29.3 (107.5)	0.52	0.44	0.59	68	1
Sugars (g)	75.6 (29.9)	78.3 (71.7)	2.8 (65.9)	0.32	0.32	0.34	65	7
Fibre (g)	19.5 (6.3)	18.4* (8.4)	-1.1 (8.9)	0.35	0.40	0.44	67	5
Alcohol (g) ^c	10.5 (15.5)	10.7 (17.3)	0.2 (12.4)	0.76			87	0
Retinol (µg)	17.9 (66.0)	496.0* (429.8)	478.1 (428.1)	0.42	0.43	0.44	39	20
Carotene (µg)	3372.7 (1627.2)	2318.8* (1604.1)	-1054.0 (1888.6)	0.21	0.21	0.29	66	5
Vitamin B1 (mg)	1.1 (0.3)	1.0* (0.5)	-0.1 (0.5)	0.32	0.27	0.33	61	4
Vitamin B2 (mg)	1.4 (0.5)	1.4 (0.8)	0.0 (0.7)	0.36	0.41	0.47	66	5
Vitamin B3 (mg)	16.6 (5.0)	15.6 (6.8)	-1.0 (7.1)	0.27	0.22	0.29	62	3
Vitamin B5 (mg)	4.5 (1.3)	4.6 (2.3)	0.1 (2.2)	0.27	0.16	0.18	59	5
Vitamin B6 (mg)	1.7 (0.6)	1.5* (0.6)	-0.2 (0.8)	0.26	0.31	0.35	61	5
Vitamin B9	281.7 (90.4)	281.1 (134.2)	-0.6 (139.0)	0.29	0.32	0.37	60	5
Vitamin B12 (µg) ^c	10.3 (19.2)	5.9 (3.6)	-4.4 (19.2)	0.31			60	3
Vitamin C (mg)	112.2 (53.2)	107.9* (113.7)	-4.3 (112.8)	0.20	0.19	0.22	63	7
Vitamin D (µg)	9.1 (1.5)	1.9* (1.0)	-7.2 (1.7)	0.21	0.18	0.26	59	3
Vitamin E (mg)	9.3 (3.9)	10.4 (5.8)	1.1 (5.6)	0.47	0.45	0.52	73	1
Calcium (mg)	1171.0 (338.7)	956.9* (616.5)	-214.1 (560.6)	0.41	0.39	0.43	63	4
Iron (mg)	10.8 (4.0)	10.2 (4.5)	-0.6 (5.1)	0.28	0.17	0.20	61	3
Magnesium (mg)	307.5 (90.2)	329.3 (152.4)	21.8 (138.9)	0.31	0.27	0.29	60	4
Zinc (mg)	10.3 (4.1)	8.8* (3.6)	-1.5 (4.5)	0.33	0.19	0.24	66	5
Phosphorus (mg)	1083.5 (267.9)	1067.8 (492.5)	-15.7 (457.0)	0.36	0.34	0.39	69	6
Manganese (mg)	3.3 (1.7)	11.0* (5.1)	7.7 (4.9)	0.20	0.11	0.11	54	8
Potassium (mg)	2959.8 (793.5)	2983.1 (1547.5)	23.3 (1491.1)	0.31	0.29	0.32	66	6
Iodine (µg)	121.3 (62.3)	108.6* (52.5)	-12.7 (68.1)	0.32	0.22	0.27	65	5
Copper (mg)	2.3 (1.2)	2.3 (1.4)	0.0 (1.6)	0.41	0.37	0.41	69	2
Sodium (mg)	5058.4 (1734.1)	2319.3* (1066.2)	-2739.1 (1875.6)	0.22	0.10	0.12	64	6
Water (g)	2681.7 (604.0)	2674.0 (1454.4)	-7.7 (1458.4)	0.11	0.10	0.10	65	9

SFA Saturated fatty acids, MUFA Monounsaturated fatty acids, PUFA Polyunsaturated fatty acids

Means and cross-classification were computed on crudes variables. All variables were log transformed before computing Pearson correlation coefficients, to improve normality

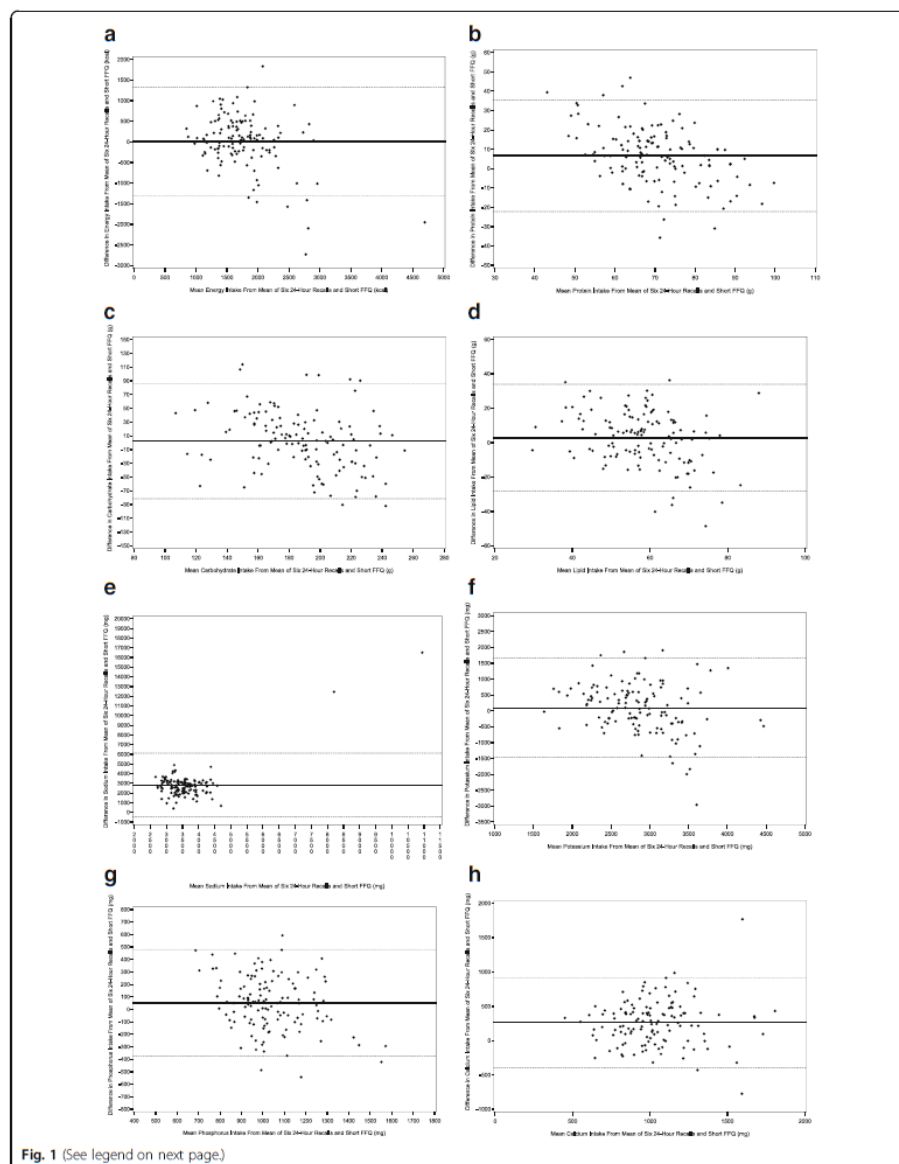
*Significantly different from the value of the mean of the six 24-h recalls, according to Wilcoxon signed rank tests

^aEnergy adjustment according to the residual method

^bDe-attenuated and energy-adjusted Pearson's correlation coefficient (corrected for within-person variation in six 24-h recalls)

^cSpearman correlation coefficients were performed because normality was not respected

The statistical tests provided p-values <0.05 for each Pearson correlation coefficient, except for those in bold



« Validity and reproducibility of a short food frequency questionnaire among patients with chronic kidney disease »

(See figure on previous page.)

Fig. 1 Bland-Altman plots related to macronutrients and micronutrients of interest in CKD population. Difference in the daily intake of some energy-adjusted macronutrients and micronutrients (a) energy, b) protein, c) carbohydrate, d) lipid, e) sodium, f) potassium, g) phosphorus, h) calcium] derived from the six 24-h recalls and the food frequency questionnaire (FFQ2) plotted against the corresponding mean energy-adjusted daily intakes derived from the two methods. Solid lines represent mean difference, and dashed lines show lower and upper 95% limits of agreement (mean \pm 1.96 SD) ($n = 127$)

Crude correlation coefficients ranged from 0.39 (fibre) to 0.90 (alcohol), with the median value being 0.52. Energy-adjusted Pearson correlation coefficients ranged from 0.32 (sodium) to 0.60 (vitamin E), with the median value being 0.46. Intraclass correlation coefficients ranged from 0.18 (retinol) to 0.66 (alcohol), with the median value being 0.46. ICC for five of the most important nutrients of interest for CKD patients (i.e. protein, calcium, phosphorus, potassium and sodium) ranged from 0.39 (sodium) to 0.54 (calcium). ICC were 0.33 and 0.52 for carbohydrates and lipids, respectively. Two nutrients (retinol and vitamin B12) had intraclass correlation coefficients lower than 0.3.

The median proportion of subjects classified in the same and adjacent quintile of nutrient intakes by both SFFQs was 75.0%. The median proportion of misclassified participants was 2.0%. Regarding the nutrients of interest for CKD patients, the proportion of subjects classified in the same and adjacent quintile ranged from 67% (sodium) to 81% (calcium). The median proportion of misclassified participants ranged from 0% (calcium) to 3% (sodium).

Discussion

The present study investigated the validity and reproducibility of a new SFFQ, customized for patients with CKD. This SFFQ was designed to estimate energy intake and to rank participants according to their dietary and nutrient intakes. The overall results indicate acceptable relative validity (for nutrient intakes, median correlation coefficient = 0.35 and median proportion of subjects classified in the same or adjacent quintiles by the SFFQ2 and the 24-h recalls = 65.0%) and good reproducibility (for nutrient intakes, median correlation coefficient = 0.46 and median proportion of subjects classified in the same or adjacent quintiles = 75.0%). Our tool demonstrated an acceptable ability to rank participants for most nutrients (including nutrients of interest for CKD patients: protein, calcium, phosphorus, potassium, sodium and carbohydrates and lipids) and food groups making it sufficiently informative to evaluate associations with health outcomes and adjust for nutritional intake in epidemiological studies [37, 41]. It can also be used to derive dietary patterns using collected food data.

In this study, six 24-h recalls were used as the reference method for determining the validity of the SFFQ. Repeated dietary recalls, despite their limitations, are one of the most used reference methods for validation

studies of FFQs [42–44]. Even if there is some evidence that increasing the number of recording days in the reference method improves the apparent validity of a questionnaire [45], the optimal number of days of dietary recording has been discussed in the literature. Some authors have concluded that 8 days were necessary to accurately assess most nutrient intakes [46], but other authors have stated that the optimal study design would rarely require more than four or 5 days of dietary recording [47].

All French studies with data on food groups had similar ranges of unadjusted coefficients for validity [29–32]. 13 food groups had correlation coefficients below 0.3. 10 of them were rarely consumed foods (e.g. offal or legumes) which could explain why we observed such low CC for these foods groups. Such findings on rarely consumed foods have been previously reported [30–32]. Some food groups (e.g. vegetables, or alcoholic beverages) may have been over- or under-reported because of social approval or social desirability: healthy vs. unhealthy image of some food groups [41, 48, 49] and supposed consumption restriction of some of them because of CKD context (e.g. meat, poultry, fish, eggs, milk and dairy products, whole-grain foods, legumes and some vegetables [8, 50]).

For nutrients, the correlation coefficients were similar to those obtained in an international review for energy, fat and alcohol but were lower for protein, carbohydrates, calcium, vitamin C and dietary fiber [43]. Differences in the means of sodium, as estimated by both methods, were high. Even though a question about extra-salt added after food preparation was asked in the CKD-REIN-specific part of the questionnaire, it was still difficult to estimate its intake. 12 nutrients (carotene, vitamins B3, B5, C, D, iron, magnesium, zinc, manganese, iodine, sodium and water) had correlation coefficients lower than 0.3. Among those nutrients, sodium is of importance in CKD context. Even if CC was low for sodium, the SFFQ showed acceptable validity to rank people according to sodium intake (64% of people classified in the same or adjacent quintile when comparing sodium intake with the SFFQ and the 6 24-h recalls).

Some research teams, including the Deschamps et al. one [30], have previously developed long FFQs [29, 31, 32]. We were expecting lower correlation coefficients in our study in comparison with those studies, as increasing the number of food items should enable to better capture food intakes and therefore nutrient

ANNEXE 9 : Article 4 publié dans *BMC Nephrology*
« Validity and reproducibility of a short food frequency questionnaire among patients with chronic kidney disease »

Table 4 Reproducibility of food group consumptions of the SFFQ (n = 201)

	Daily intakes			Spearman correlation coefficients		Cross-classification of food groups distribution		
	SFFQ 1	SFFQ 2	SFFQ2-SFFQ1	Unadjusted	ICC	% of subjects classified in same tertile ^a	% of subjects classified in same or adjacent quintile	% of misclassified subjects
Whole-grain bread and substitutes ^b	33.2 (70.5)	29.4 (50.7)	-3.8 (66.8)	0.47	0.41	63		
White bread and substitutes	104.6 (103.5)	86.4* (91.3)	-18.1 (112.0)	0.40	0.34	52	73	1
Breakfast cereals ^b	2.4 (9.2)	2.0 (7.5)	-0.4 (7.9)	0.63	0.55	89		
Whole-grain pasta, rice and wheat ^b	23.9 (48.5)	23.4 (38.6)	-0.5 (51.2)	0.43	0.32	57		
White pasta, rice and wheat	53.3 (63.4)	49.7 (57.6)	-3.6 (66.1)	0.54	0.40	54	74	1
Legumes ^b	33.9 (70.5)	27.5 (50.0)	-6.5 (84.7)	0.46	0.04	58		
French fries and other fried tubers ^b	12.0 (15.6)	11.1 (15.1)	-0.9 (19.2)	0.49	0.22	58		
Potatoes and other tubers (not fried)	55.5 (58.3)	54.8 (54.2)	-0.6 (61.1)	0.46	0.41	59	69	2
Cooked vegetables	108.9 (120.2)	102.4 (112.5)	-6.5 (97.7)	0.64	0.65	62	80	1
Raw vegetables	40.8 (40.6)	38.1 (45.8)	-2.6 (42.0)	0.54	0.53	63	74	1
Pizza, lasagna and quiche ^b	13.2 (19.2)	12.7 (19.0)	-0.5 (20.2)	0.55	0.44	56		
Sandwich, burgers and kebab ^b	7.0 (21.3)	4.2* (11.5)	-2.8 (19.6)	0.70	0.35	82		
Fish fingers/ breaded meat ^b	8.4 (25.5)	5.9 (13.4)	-2.6 (28.5)	0.47	0.02	64		
Sausages and other processed meat ^b	20.2 (26.7)	23.5 (39.0)	3.3 (37.7)	0.63	0.36	63		
Poultry/rabbit	32.4 (53.1)	30.8 (50.8)	-1.6 (41.0)	0.50	0.69	51	74	2
Meat	45.3 (47.8)	39.2 (40.2)	-6.1 (49.6)	0.50	0.37	61	75	5
Offal ^b	4.2 (8.0)	3.5* (12.3)	-0.7 (13.7)	0.47	0.13	69		
Eggs	21.1 (26.5)	16.5* (17.9)	-4.5 (24.5)	0.55	0.41	49	75	1
Fish	16.4 (15.4)	16.6 (17.8)	0.1 (18.4)	0.49	0.39	50	73	1
Seafood (excluding fish) ^b	5.2 (11.8)	3.2 (5.3)	-1.9 (11.7)	0.57	0.18	64		
Milk ^b	99.0 (169.4)	96.3 (248.8)	-2.8 (196.4)	0.77	0.57	81		
Yoghurt, fromage blanc, cottage cheese	93.8 (99.0)	84.0 (82.1)	-9.8 (88.0)	0.63	0.53	70	84	1
Cream dessert ^b	16.7 (34.8)	20.2 (42.9)	3.5 (40.7)	0.72	0.46	72		
Cheese	26.1 (25.2)	26.6 (40.0)	0.5 (40.4)	0.54	0.27	60	77	3
Butter, crème fraîche ^b	11.9 (16.3)	11.6 (18.7)	-0.4 (18.9)	0.58	0.42	56		
Margarine, mayonnaise ^b	5.4 (11.5)	4.7 (10.3)	-0.6 (8.0)	0.62	0.73	63		
Olive oil ^b	7.0 (9.9)	5.6 (7.2)	-1.4 (8.6)	0.63	0.51	66		
Rapeseed oil, walnut oil, mixed oil ^b	3.8 (7.0)	3.5 (6.5)	-0.4 (7.9)	0.61	0.32	64		

ANNEXE 9 : Article 4 publié dans *BMC Nephrology*
« Validity and reproducibility of a short food frequency questionnaire among patients with chronic kidney disease »

Table 4 Reproducibility of food group consumptions of the SFFQ (n = 201) (Continued)

Sunflower oil, groundnut oil ^b	2.3 (5.1)	1.8 (4.5)	-0.4 (3.5)	0.53	0.73	66		
Salty snacks ^b	3.1 (6.3)	2.8 (5.2)	-0.3 (6.4)	0.54	0.38	61		
Sweet snacks, chocolate and viennoiseries ^b	27.8 (82.6)	19.5 (38.6)	-8.4 (75.3)	0.53	0.32	55		
Fruit	313.7 (272.7)	292.7* (283.1)	-21.1 (319.4)	0.51	0.34	59	75	2
Water	934.8 (625.7)	971.1 (672.8)	36.4 (670.8)	0.46	0.47	55	75	3
Coffee	381.7 (443.6)	366.6 (428.5)	-15.1 (406.1)	0.71	0.57	64	83	1
Tea and herb teas ^b	137.2 (311.7)	113.0 (250.7)	-24.2 (260.4)	0.79	0.58	76		
Fruit juice ^b	93.2 (177.0)	103.4 (246.3)	10.2 (256.6)	0.59	0.28	63		
Sweet beverages ^b	77.0 (242.4)	98.1 (441.1)	21.0 (404.4)	0.51	0.35	75		
Artificially-sweetened beverages ^b	90.2 (379.3)	71.7* (363.3)	-18.5 (427.1)	0.59	0.34	81		
Wine ^b	94.3 (197.5)	81.4 (143.2)	-12.9 (127.5)	0.86	0.73	84		
Other alcoholic beverages ^b	45.2 (180.3)	30.4 (78.5)	-14.8 (155.3)	0.71	0.38	71		

ICC Intraclass correlation coefficient

*Significantly different from the value of the SFFQ1, according to Wilcoxon signed rank tests

^bFor food groups with a proportion of non-consumers > 20%, tertiles and quartiles classifications were not performed. Instead, participants were classified as follows: class = 1 for null consumption; class = 2 for consumption below or equal to the median value in consumers, class = 3 for consumption above the median value in consumers

^cThese food groups have a large number of non-consumers (>20%)

The statistical tests provided p-values < 0.05 for each unadjusted Spearman correlation coefficient

intakes. But, our results were similar to most of the previous work, except the FFQ obtained by Deschamps et al. [30] Regarding macronutrients [31] and other nutrients [29, 32], we obtained similar or higher correlation coefficients than other studies using longer questionnaires.

We obtained lower correlation coefficients than Barrat et al. [23] and Vercambre et al. [21] who developed SFFQs; probably due to the one-week time frame of the questionnaire developed, and the design of the validity study, respectively.

Adjustment for energy led to a decrease in correlation coefficients for most nutrients, which has been frequently reported and would be more related to a variability due to systematic errors of under/overestimation than to energy intake [30, 37]. De-attenuation led to improvement of coefficients as expected, but was less pronounced than in another study [32], probably due to the lower number of recalls used here (6 vs. 12).

Agreement in classification was acceptable, including for the nutrients of interest in CKD. Our results were close to the recommended 70% [51] and similar or slightly lower than those reported in other studies [21, 23, 30, 32]. The lowest level of agreement was observed for retinol (39% of subjects within the same or adjacent quintiles). One of the main sources of retinol is offal, which was rarely consumed and whose consumption was probably difficult to evaluate with only six 24-h recalls.

To study the SFFQ reproducibility, we adopted a one-year time interval which is long but frequently used and reported as acceptable [42, 43, 52]. When studying the reproducibility of a FFQ, the time frame between the two administrations of the tool has to be sufficiently long to prevent participants from remembering and repeating their responses. However, when a longer interval is used, true changes in dietary habits as well as variation in response contribute to reduced reproducibility [53]. Therefore the observed reproducibility here may be lower than the true value.

Our study showed acceptable reproducibility for most foods (range: 0.40–0.86) and nutrients (ranges: 0.32–0.60 and 0.32–0.53 for overall nutrients, and the CKD nutrients of interest respectively), with the best reproducibility observed for wine and vitamin E. Our findings were comparable to prior reported correlation coefficients for reproducibility [54].

According to a review, correlation coefficients of 0.5 to 0.7 between two administrations are commonly reported [42]. In our study, 72% and 59% of the food groups and nutrients studied had correlation coefficients ≥ 0.5 . The proportion of correlation coefficients < 0.5 may be due to the time interval between the two administrations. Patients with CKD may be at higher risk to modify their diet over a one-year period because of disease complications. The seven food groups with the lowest ICC (ICC < 0.3) corresponded to food groups which are rarely consumed in this population (i.e. 'cheese').

ANNEXE 9 : Article 4 publié dans *BMC Nephrology*
« Validity and reproducibility of a short food frequency questionnaire among patients with chronic kidney disease »

Table 5 Reproducibility of nutrient intakes of the SFFQ (*n* = 201)

	Daily intakes		SFFQ2-SFFQ1 Means of differences (SD)	Pearson correlation coefficients		Cross-classification of nutrient distribution		
	SFFQ 1	SFFQ 2		SFFQ2 vs SFFQ1	Energy-adjusted ^a	ICC	% of subjects classified in same or adjacent quintiles	% of misclassified subjects
Energy (kcal)	1938.8 (808.9)	1745.6* (681.0)	-193.3 (801.1)	0.50		0.43	75	2
Protein (g)	77.9 (33.8)	70.8* (29.4)	-7.1 (32.7)	0.51	0.51	0.47	71	2
Carbohydrates (g)	221.7 (110.1)	199.5* (94.9)	-22.2 (118.9)	0.42	0.39	0.33	74	4
Fat (g)	67.1 (34.0)	61.0* (28.5)	-6.2 (30.7)	0.58	0.49	0.52	76	1
SFA (g)	25.3 (14.4)	23.5* (13.5)	-1.7 (13.8)	0.59	0.49	0.51	76	2
MUFA (g)	24.7 (13.2)	22.1* (10.6)	-2.6 (11.5)	0.59	0.53	0.54	75	1
PUFA (g)	10.2 (6.0)	9.0* (5.4)	-1.1 (5.4)	0.56	0.57	0.55	77	2
Cholesterol (mg)	278.7 (174.1)	248.0* (134.8)	-30.7 (157.3)	0.54	0.48	0.49	79	1
Sugars (g)	80.3 (51.7)	77.0* (63.7)	-3.3 (65.6)	0.54	0.48	0.36	79	2
Fibre (g)	20.5 (10.1)	18.3* (8.7)	-2.1 (10.9)	0.39	0.43	0.33	72	3
Alcohol (g) ^b	11.8 (23.2)	9.6 (15.5)	-2.2 (16.3)	0.90		0.66	97	0
Retinol (µg)	572.3 (505.2)	534.5* (750.5)	-37.8 (820.0)	0.48	0.46	0.18	81	4
Carotene (µg)	2467.3 (1742.6)	2308.5 (1618.7)	-158.8 (1474.7)	0.58	0.56	0.62	79	2
Vitamin B1 (mg)	1.0 (0.4)	1.0* (0.5)	-0.1 (0.5)	0.49	0.35	0.48	67	2
Vitamin B2 (mg)	1.6 (0.7)	1.4* (0.7)	-0.1 (0.7)	0.54	0.41	0.53	76	2
Vitamin B3 (mg)	17.6 (8.3)	16.2* (7.8)	-1.4 (8.2)	0.46	0.44	0.48	72	4
Vitamin B5 (mg)	5.2 (2.1)	4.7* (2.2)	-0.5 (2.2)	0.49	0.37	0.49	73	3
Vitamin B6 (mg)	1.6 (0.7)	1.5* (0.6)	-0.1 (0.7)	0.47	0.41	0.45	73	4
Vitamin B9	307.4 (130.2)	282.2* (131.8)	-25.3 (138.5)	0.47	0.41	0.44	73	3
Vitamin B12 (µg)	7.2 (5.2)	6.3* (4.9)	-0.9 (6.3)	0.48	0.45	0.23	79	2
Vitamin C (mg)	107.0 (72.6)	105.6 (98.7)	-1.4 (100.7)	0.47	0.43	0.32	76	2
Vitamin D (µg)	2.1 (1.1)	2.0 (1.0)	-0.1 (1.2)	0.53	0.55	0.38	75	2
Vitamin E (mg)	12.2 (7.5)	10.7* (6.6)	-1.5 (6.5)	0.59	0.60	0.58	78	1
Calcium (mg)	962.2 (413.4)	908.0* (527.2)	-54.3 (456.2)	0.61	0.55	0.54	81	0
Iron (mg)	11.6 (5.6)	10.2* (4.5)	-1.3 (5.5)	0.46	0.37	0.42	71	1
Magnesium (mg)	353.2 (140.2)	325.8* (141.1)	-27.4 (146.4)	0.49	0.46	0.46	70	3
Zinc (mg)	9.8 (4.5)	8.8* (3.6)	-1.0 (4.4)	0.52	0.49	0.42	74	2
Phosphorus (mg)	1155.5 (471.3)	1058.8* (450.7)	-96.7 (473.2)	0.55	0.52	0.47	79	2
Manganese (mg)	11.8 (4.7)	10.9* (4.7)	-0.9 (4.9)	0.49	0.46	0.46	71	3
Potassium (mg)	3147.4 (1217.2)	2934.6* (1403.5)	-212.7 (1388.9)	0.50	0.41	0.44	74	1
Iodine (µg)	120.5 (58.0)	108.1* (47.6)	-12.4 (52.5)	0.58	0.57	0.51	79	2
Copper (mg)	2.5 (1.4)	2.3* (1.4)	-0.2 (1.5)	0.52	0.52	0.44	70	1
Sodium (mg)	2552.0 (1164.6)	2290.1* (1057.8)	-261.9 (1227.0)	0.42	0.32	0.39	67	3
Water (g)	2688.6 (1222.6)	2608.9 (1287.2)	-79.7 (1299.2)	0.53	0.44	0.46	70	2

Means and cross-classification were computed on crudes variables. All variables were log transformed before computing Pearson correlation coefficients, to improve normality
^a Energy adjustment according to the residual method
^b Spearman correlation coefficients were performed because normality was not respected
*Significantly different from the value of the SFFQ1, according to Wilcoxon signed rank tests
The statistical tests provided *p*-values <0.05 for each Pearson correlation coefficient

Despite CKD context, agreement in classification was very good (median of 75% and 74% for overall foods and nutrients, and the CKD nutrients of interest respectively).

In comparison with other FFQs used in a CKD context [55–59], we obtained similar results in terms of validity and reproducibility. When considering validity, the FFQ used by Mimiran et al. [12] had crude correlation coefficients that ranged from 0.33 (legumes and nuts) to 0.79 (tea and coffee) [12, 55]. When the FFQ used by Lew et al. [11] was validated, energy and de-attenuated CC for nutrients ranged from 0.24 to 0.79 [58]. The SFFQ used by Domingos et al. [16] had ICC in the validation study that ranged between 0.17 (selenium) to 0.66 (calcium) [59]. Reproducibility results of the FFQ used by Diaz-Lopez et al. [13] were slightly higher than ours [57], but participants were specifically asked not to modify their dietary habits during the study's 1-year duration. In another study, reproducibility Spearman CC obtained for food groups were much lower than ours (range: 0.19–0.67; median = 0.35 vs. range: 0.40–0.86; median = 0.54) but reproducibility was evaluated over an 8 year interval [55].

Strengths and limitations

The current work has some limitations, inherent to nutritional epidemiology. Learning effect was not measurable. Authors that compared both FFQs with 24-h recalls found that the second FFQ was more valid than the first. However, with the completion of the six 24-h recalls during the year, participants may pay more attention to their diet and are therefore in distinct conditions when fulfilling the second FFQ.

Furthermore, dietary intake cannot be estimated without error [60]. Comparison of energy intake (EI) with minimal energy requirements (basal metabolic rate-BMR) provides an indirect indication of bias. In our study, taking into account the cutoff value of 1.55 for a minimal activity level [27], EI/BMR estimates suggested underreporting by both SFFQ and 24-h recalls (Median < 1.55) (see additional file 4). We did not observe any major differences between the two methods. Under or overestimation are not necessarily problematic in epidemiological studies if ranking of people according to their dietary intake is valid [37].

Our work also has several strengths. In comparison to other validity and reproducibility studies, we worked on data from a large sample [42] and managed to maintain high response levels all over the one-year interval despite working with an aging population, with CKD.

Several CKD cohorts exist on an international level [61]. However few of them assess diet despite the impact of diet in CKD management. We developed a rapid tool

to assess energy intake in CKD patients. It showed acceptable validity and reproducibility to rank people according to their food group and nutrient intakes, including nutrients of interest for CKD patients.

The tool we developed was easy to complete and not time consuming. With the portion size photos directly integrated into the questionnaire, it was easy for participants to estimate the amounts of food consumed.

Here, we present validity results for the SFFQ in a CKD sample. Further validity studies will be conducted in other population subgroups. One of the main strengths of the consortium work is that we will have a unique tool (due to the shared 40 items in the first part of the SFFQ), useful for several population subgroups. Diet and dietary patterns will therefore be comparable between studies and a standardized dietary assessment will be available for epidemiological and clinical research.

The methodology we used to obtain a standardized SFFQ could be adapted for other European and worldwide countries in order to foster international studies of nutrition in patients with CKD. Developing a smartphone app of the SFFQ is the next step. This type of tool may further be used in clinical routine to monitor patient nutrient intakes and provide them instantaneous feedback and recommendations about their diet.

Conclusions

For most food groups and nutrients, including nutrients of interest in CKD, the SFFQ showed acceptable validity and reproducibility in a sample of patients with CKD. Before being administered to a large sample, some minor modifications without substantial impact could be done to the questionnaire to improve its validity. Whole-grain and white bread, and whole-grain and white pasta could be grouped together. A question about added sugar and artificial sweeteners to hot beverages could also be added to the questionnaire, to better estimate sugar intakes.

Additional files

Additional file 1: Flow diagram. (DOCX 85 kb)

Additional file 2: SFFQ items used to obtain nutritional data ($n = 49$). (DOCX 20 kb)

Additional file 3: Extract from the questionnaire. (DOCX 331 kb)

Additional file 4: Distribution of EI/BMR according to dietary method and reproducibility/validity study. (DOCX 16 kb)

Abbreviations

BMR: Basal Metabolic Rate; CC: Correlation Coefficient; CKD: Chronic Kidney Disease; CKD-REIN: CKD-Renal Epidemiology and Information Network; DPI: Dietary Protein Intake; ESRD: End-Stage Renal Disease; FFQ: Food Frequency Questionnaire; GFR: Glomerular Filtration Rate; ICC: Intraclass Correlation Coefficient; SFFQ: Short Food Frequency Questionnaire

ANNEXE 9 : Article 4 publié dans *BMC Nephrology*

« Validity and reproducibility of a short food frequency questionnaire among patients with chronic kidney disease »

Affret et al. *BMC Nephrology* (2017) 18:297

Page 14 of 15

Acknowledgments

The authors are grateful to all participants for providing the data used in this validity and reproducibility study. We thank Anne Forhan for her advices. CKD-REIN study investigators authorship: Bénédicte Stengel (PI- Inserm, Villejuif, France), Christian Jacquelinet (Agence de Biomédecine, Saint-Denis, France), Bruce Robinson (Arbor Research Collaborative for Health, Ann Arbor, USA), Ziad A.Massy (CHU A. Paré, Boulogne, France), Christian Combe (CHU de Bordeaux, Bordeaux, France), Denis Fouque et Maurice Laville (CHU Lyon-Sud), Luc Frimat (CHU de Nancy, Nancy, France), Carole Ayav (CHU de Nancy, Nancy, France) et Serge Briçon (CHU de Nancy, Nancy, France), Christophe Pascal (IFROSS, Université de Lyon), Yves-Edouard Herpe (Biobanque de Picardie, Picardie, France), François Deleuze (CEA-CNG, Evry, France), Joost Schanstra (Inserm Toulouse, Toulouse, France), Pascal Morel (EFS, Bourgogne, France).

Funding

The CKD-REIN cohort is funded by the *Agence Nationale de la Recherche* (ANR-10-COHO-01-05) through the 2010 *Cohortes-Investissements d'Avenir* programme and by the 2010 national *Programme Hospitalier de Recherche Clinique*. CKD-REIN is also supported through partnership agreements with Amgen, Baxter, Fresenius Medical Care, GlaxoSmithKline, Lilly, Merck Sharp and Dohme-Chibret (MSD France), and Otsuka. This present work was supported by a grant from the French Research Institute in Public Health (IReSP) and the French multi-organism thematic Institutes in Public Health (ITMO Santé Publique). AA is supported by a doctoral grant from the French National Cancer Institute. SW is funded by the F-CRIN INI-CRCT network. GF is supported by the French Research Agency (ANR, Agence Nationale de la Recherche) via an "Investissement d'Avenir" grant (investment for the future grant, ANR-10-COHO-0006) that supports the E4N study. The CKD-REIN public-private funding partners, Inserm, IReSP, ITMO Santé Publique, the French National Cancer Institute, the F-CRIN INI-CRCT network and ANR had no role in the design, analysis or writing of this article.

Availability of data and materials

The datasets used and/or analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Authors' contributions

AA, SW, DEF, CD, EC, MN, FC-C, JDC, DF, BS, M-CB-R and GF contributed to the data collection; AA and GF formulated the research questions, designed the research. DEF and SW performed the statistical analysis. AA performed primary manuscript preparation; AA, SW and GF wrote the paper. GF has primary responsibility for the final content; and SW, DEF, CD, EC, MN, FC-C, JDC, DF, BS and M-CB-R reviewed the paper and revised it critically. All authors read and approved the final manuscript.

Ethics approval and consent to participate

This study was conducted according to the guidelines laid down in the Declaration of Helsinki and all procedures involving human subjects were approved by the French National Commission for Computerized Data and Individual Freedom (CNIL). All participants signed a letter of informed consent to allow their data to be stored, as required by the CNIL.

Consent for publication

Not applicable.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Author details

¹Inserm U1018, Center for Research in Epidemiology and Population Health (CESP), Villejuif, France. ²Univ Paris-Sud, Villejuif, France. ³UVSQ, Villejuif, France. ⁴FCRIN INI-CRCT, Lyon, France. ⁵Centre Hospitalier Lyon Sud, Lyon, F-69495 Pierre-Bénite, France. ⁶CarMeN, Inserm UMRS 1060, Inserm, Univ Lyon-Sud, Lyon, 69921 Oullins, France. ⁷Center for Research in Epidemiology and Population Health (CESP), INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale) U1018, Team 9, Health across generations, Gustave Roussy Institute, 114 rue Edouard Vaillant, 94805 Villejuif Cedex, France.

Received: 30 May 2017 Accepted: 22 August 2017

Published online: 15 September 2017

References

1. KDIGO 2012. Clinical practice guideline for the evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney International Supplements* (2013). 2013; 3(1):73-90. Chapter 3.
2. Ash S, Campbell KL, Bogard J, Millchamp A. Nutrition prescription to achieve positive outcomes in chronic kidney disease: a systematic review. *Nutrients*. 2016;4:616-51.
3. Banerjee T, Liu Y, Crews DC. Dietary patterns and CKD progression. *Blood Purif*. 2016;41:117-22.
4. Academy of Nutrition and Dietetics. Chronic Kidney Disease (CKD) Guideline (2010). Available from: www.andeal.org/topic.cfm?menu=5303&cat=3927. Accessed 22 July 2017.
5. Fouque D, Mitch WE. Low-protein diets in chronic kidney disease: are we finally reaching a consensus? *Nephrol Dial Transplant*. 2015;30:6-8.
6. Klahr S, Levey AS, Beck GJ, Caggiula AW, Hunsicker L, Kusek JW, et al. The effects of dietary protein restriction and blood-pressure control on the progression of chronic renal disease. Modification of diet in renal disease study group. *N Engl J Med*. 1994;330:877-84.
7. Menon V, Kopple JD, Wang X, Beck GJ, Collins AJ, Kusek JW, et al. Effect of a very low-protein diet on outcomes long-term follow-up of the modification of diet in renal disease (MDRD) study. *Am J Kidney Dis*. 2009;53:208-17.
8. Fouque D, Pelletier S, Mafra D, Chauveau P. Nutrition and chronic kidney disease. *Kidney International*. 2011;80:348-57.
9. Bross R, Noori N, Kovesdy CP, Murali SB, Benner D, Block G, et al. Dietary assessment of individuals with chronic kidney disease. *Semin Dial*. 2010;23:359-64.
10. Gopinath B, Harris DC, Flood VM, Burlutsky G, Mitchell P. Associations between dairy food consumption and chronic kidney disease in older adults. *Sci Rep*. 2016;6:39532.
11. Lew QJ, Jafar TH, Koh HW, Jin A, Chow KY, Yuan JM, et al. Red meat intake and risk of ESRD. *J Am Soc Nephrol*. 2017;28:304-12.
12. Mirmiran P, Yuzbashian E, Bahadoran Z, Asghari G, Azizi F. Dietary Acid-Base load and risk of chronic kidney disease in adults: Tehran lipid and glucose study. *Iran J Kidney Dis*. 2016;10:19-25.
13. Diaz-Lopez A, Bullo M, Basora J, Martinez-Gonzalez MA, Guasch-Ferre M, Estruch R, et al. Cross-sectional associations between macronutrient intake and chronic kidney disease in a population at high cardiovascular risk. *Clin Nutr*. 2013;32:606-12.
14. Koning SH, Gansevoort RT, Mukamal KJ, Rimm EB, Bakker SJ, Joosten MM. Alcohol consumption is inversely associated with the risk of developing chronic kidney disease. *Kidney Int*. 2015;87:1009-16.
15. Nebass FB, Peicoits-Filho R, McIntyre NJ, McIntyre CW, Willingham FC, Taal MW. Demographic associations of high estimated sodium intake and frequency of consumption of high-sodium foods in people with chronic kidney disease stage 3 in England. *J Ren Nutr*. 2014;24:236-42.
16. Domingos MAM, Goulart AC, Lotufo PA, Bensenor IJM, Titan SMO. Chronic kidney disease - determinants of progression and cardiovascular risk. PROGRES cohort study: design and methods. *Sao Paulo Med J*. 2017;135:133-9.
17. Clavel-Chapelon F, van Liere MJ, Giubout C, Niravong MY, Goulard H, Le CC, et al. E3N, a French cohort study on cancer risk factors. E3N Group. *Etude Epidemiologique aupres de femmes de l'Education Nationale*. *Eur J Cancer Prev*. 1997;6:473-8.
18. Clavel-Chapelon F. Cohort profile: the French E3N cohort study. *Int J Epidemiol*. 2015;44:801-9.
19. Montagni L, Guichard E, Carpenet C, Tzourio C, Kurth T. Screen time exposure and reporting of headaches in young adults: a cross-sectional study. *Cephalalgia*. 2015;36(11):1020-7. doi:10.1177/0333102415620286.
20. Vandentorren S, Bois C, Pirus C, Sarter H, Salines G, Leridon H. Rationales, design and recruitment for the Eife longitudinal study. *BMC Pediatr*. 2009;9:58.
21. Vercambre MN, Boutron-Ruault MC, Niravong M, Berr C, Clavel-Chapelon F, Ragusa S. Performance of a short dietary questionnaire to assess nutrient intake using regression-based weights. *Public Health Nutr*. 2009;12:547-52.
22. Giovannelli J, Dallongeville J, Wagner A, Bongard V, Laillet B, Marecaux N, et al. Validation of a short, qualitative food frequency questionnaire in French adults participating in the MONA LISA-NUT study 2005-2007. *J Acad Nutr Diet*. 2014;14:552-61.

ANNEXE 9 : Article 4 publié dans *BMC Nephrology*
« Validity and reproducibility of a short food frequency questionnaire among patients with chronic kidney disease »

Affret et al. *BMC Nephrology* (2017) 18:297

Page 15 of 15

23. Barrat E, Aubineau N, Maillot M, Derbord E, Barthes P, Lescuyer JF, et al. Repeatability and relative validity of a quantitative food-frequency questionnaire among French adults. *Food Nutr Res*. 2012;56:18472. doi: 10.3402/fnr.v56i0.18472.
24. Kipnis V, Midthune D, Freedman L, Bingham S, Day NE, Riboli E, et al. Bias in dietary-report instruments and its implications for nutritional epidemiology. *Public Health Nutr*. 2002;5:915–23.
25. Stengel B, Combe C, Jacquelinet C, Briançon S, Fouque D, Laville M, et al. The French chronic kidney disease-renal epidemiology and information network (CKD-REIN) cohort study: to better understand chronic kidney disease. *Nephrol Ther*. 2016;12(Suppl 1):S49–56.
26. Cottet V, Touvier M, Fournier A, Toullaud MS, Lafay L, Clavel-Chapelon F, et al. Postmenopausal breast cancer risk and dietary patterns in the ESN-EPIC prospective cohort study. *Am J Epidemiol*. 2009;170:1257–67.
27. FAO/WHO/ONU. Report of a joint expert consultation. Energy and protein requirements. Geneva: WHO Technical Report; 1985.
28. Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr*. 1985;39(Suppl 1):5–41.
29. Bonifac C, Gerber M, Scall J, Daires JP. Comparison of dietary assessment methods in a southern French population: use of weighed records, estimated-diet records and a food-frequency questionnaire. *Eur J Clin Nutr*. 1997;51:217–31.
30. Deschamps V, de Lauzon-Guillain B, Lafay L, Borys JM, Charles MA, Romon M. Reproducibility and relative validity of a food-frequency questionnaire among French adults and adolescents. *Eur J Clin Nutr*. 2009;63:282–91.
31. Kesse-Guyot E, Castetbon K, Touvier M, Hercberg S, Galan P. Relative validity and reproducibility of a food frequency questionnaire designed for French adults. *Ann Nutr Metab*. 2010;57:153–62.
32. van Liere MJ, Lucas F, Clavel F, Slimani N, Villeminot S. Relative validity and reproducibility of a French dietary history questionnaire. *Int J Epidemiol*. 1997;26(Suppl 1):S128–36.
33. AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments). INCA2 - Etude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires 2 - <https://www.anses.fr/fr/system/files/PASER-Ra-INCA2.pdf>. 2009. Accessed 22 July 2017.
34. Lucas F, Niravong M, Villeminot S, Kaaks R, Clavel-Chapelon F. Estimation of food portion size using photographs: relative validity, strengths, weaknesses and recommendations. *J Hum Nutr Diet*. 1995;8:65–74.
35. ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire - alimentation et). <https://pro.anses.fr/TableCQUAL/index.htm>. 2016. Accessed 22 July 2017.
36. Rosner B, Willett WC. Interval estimates for correlation coefficients corrected for within-person variation: Implications for study design and hypothesis testing. *Am J Epidemiol*. 1988;127:377–86.
37. Willett WC. *Nutritional epidemiology*. New York: Oxford University Press; 1998.
38. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1:307–10.
39. Bland JM, Altman DG. Agreed statistics: measurement method comparison. *Anesthesiology*. 2012;116:182–5.
40. Douglas G. Altman: practical statistics for medical research. Chap 14; 1990. p. 396–403.
41. Hebert JR, Hurlay TG, Steck SE, Miller DR, Tabung FK, Peterson KE, et al. Considering the value of dietary assessment data in informing nutrition-related health policy. *Adv Nutr*. 2014;5:447–55.
42. Cade J, Thompson R, Burley V, Wain D. Development, validation and utilisation of food-frequency questionnaires - a review. *Public Health Nutr*. 2002;5:567–87.
43. Molag ML, de Vries JH, Ockle MC, Dagnelie PC, van den Brandt PA, Jansen MC, et al. Design characteristics of food frequency questionnaires in relation to their validity. *Am J Epidemiol*. 2007;166:1468–78.
44. Satija A, Yu E, Willett WC, Hu FB. Understanding nutritional epidemiology and its role in policy. *Adv Nutr*. 2015;6:5–18.
45. Potosky AL, Block G, Hartman AM. The apparent validity of diet questionnaires is influenced by number of diet-record days used for comparison. *J Am Diet Assoc*. 1990;90:810–3.
46. Mennen LI, Bertrais S, Galan P, Arnault N, Potier de CG, Hercberg S. The use of computerised 24 h dietary recalls in the French SU.VI.MAX study: number of recalls required. *Eur J Clin Nutr*. 2002;56:659–65.
47. Stram DO, Longnecker MP, Shames L, Kolonel LN, Wilkens LR, Pike MC, et al. Cost-efficient design of a diet validation study. *Am J Epidemiol*. 1995;142:353–62.
48. Hebert JR, Ma Y, Clemow L, Ockene JS, Saperia G, Stanek EJ III, et al. Gender differences in social desirability and social approval bias in dietary self-report. *Am J Epidemiol*. 1997;146:1046–55.
49. Hebert JR, Ebbeling CB, Matthews CE, Hurlay TG, Ma Y, Druker S, et al. Systematic errors in middle-aged women's estimates of energy intake: comparing three self-report measures to total energy expenditure from doubly labeled water. *Ann Epidemiol*. 2002;12:577–86.
50. Haute Autorité de santé. Guide du parcours de soins. Maladie rénale Chronique de l'adulte. Saint-Denis, HAS, avril 2012, 29 pages.
51. Pietinen P, Hartman AM, Haapa E, Rasanen L, Haapakoski J, Palmgren J, et al. Reproducibility and validity of dietary assessment instruments. II. A qualitative food frequency questionnaire. *Am J Epidemiol*. 1988;128:667–76.
52. Kaaks R, Slimani N, Riboli E. Pilot phase studies on the accuracy of dietary intake measurements in the EPIC project: overall evaluation of results. European prospective investigation into cancer and nutrition. *Int J Epidemiol*. 1997;26(Suppl 1):S26–36.
53. Tsubono Y, Nishino Y, Fukao A, Hisamichi S, Tsugane S. Temporal change in the reproducibility of a self-administered food frequency questionnaire. *Am J Epidemiol*. 1995;142:1231–5.
54. Cade JE, Burley VJ, Wain D, Thompson RL, Margetts BM. Food-frequency questionnaires: a review of their design, validation and utilisation. *Nutr Res Rev*. 2004;17:5–22.
55. Asghari G, Rezaeizadeh A, Hosseini-Esfahani F, Mehrabi Y, Mirmiran P, Azizi F. Reliability, comparative validity and stability of dietary patterns derived from an FFQ in the Tehran lipid and glucose study. *Br J Nutr*. 2012;108:1109–17.
56. Barclay AW, Flood VM, Brand-Miller JC, Mitchell P. Validity of carbohydrate, glycaemic index and glycaemic load data obtained using a semi-quantitative food-frequency questionnaire. *Public Health Nutr*. 2008;11:573–80.
57. Fernandez-Ballart JD, Pinol JL, Zazpe I, Corella D, Carrasco P, Toledo E, et al. Relative validity of a semi-quantitative food-frequency questionnaire in an elderly Mediterranean population of Spain. *Br J Nutr*. 2010;103:1808–16.
58. Hankin JH, Stram DO, Arakawa K, Park S, Low SH, Lee HP, et al. Singapore Chinese health study: development, validation, and calibration of the quantitative food frequency questionnaire. *Nutr Cancer*. 2001;39:187–95.
59. Mannato LW, Pereira TS, Velasquez-Melendez G, Cardoso LO, Bensenor IM, Molina MC. Comparison of a short version of the food frequency questionnaire with its long version—a cross-sectional analysis in the Brazilian longitudinal study of adult health (ELSA-Brasil). *Sao Paulo Med J*. 2015;133:414–20.
60. Beaton GH. Approaches to analysis of dietary data: relationship between planned analyses and choice of methodology. *Am J Clin Nutr*. 1994;59:2535–61S.
61. Dienemann T, Fujii N, Orlandi P, Nessel L, Furth SL, Hoy WE, et al. International network of chronic kidney disease cohort studies (INCKD): a global network of chronic kidney disease cohorts. *BMC Nephrol*. 2016;17:121.

Submit your next manuscript to BioMed Central and we will help you at every step:

- We accept pre-submission inquiries
- Our selector tool helps you to find the most relevant journal
- We provide round the clock customer support
- Convenient online submission
- Thorough peer review
- Inclusion in PubMed and all major indexing services
- Maximum visibility for your research

Submit your manuscript at
www.biomedcentral.com/submit



Annexe 10 : Article 5 en révision au *Journal of Medical Internet Research* « *Online assessment of the usual diet: a validity and reproducibility study of a new short food frequency questionnaire in an adult population* ».

Original paper

Online assessment of the usual diet: a validity and reproducibility study of a new short food frequency questionnaire in an adult population

Aurélie Affret^{1,2,3}; Douae El Fatouhi^{1,2,3}; Courtney Dow^{1,2,3}; Emmanuelle Correia^{1,2,3}; Marie-Christine Boutron-Ruault^{1,2,3}; Guy Fagherazzi^{1,2,3}

Affiliations

1: Inserm U1018, Center for Research in Epidemiology and Population Health (CESP), Villejuif, France

2: Univ Paris-Sud, Villejuif, France

3 : UVSQ, Villejuif, France

Correspondence (and reprint requests) to:

Marie-Christine Boutron-Ruault

Center for Research in Epidemiology and Population Health (CESP), INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale) U1018, Team 9, Nutrition, Hormones and Women's Health, Gustave Roussy Institute, 114 rue Edouard Vaillant, 94805 Villejuif Cedex, France

Telephone: +33 1 42 11 64 66

Fax: + 33 1 42 11 40 00

Email: marie-christine.boutron@gustaveroussy.fr

Abstract

Background

Existing dietary evaluation are either timely, costly or no longer adapted to the modern diet. There was a need of developing a short food frequency e-Questionnaire (SFFeQ), adapted to Western countries' diet, to estimate energy intake and macronutrients correctly, and rank individuals according to food and main nutrient intakes.

Objective

The aim of this study was to evaluate the validity and reproducibility of a new, 30-minutes and 44-items SFFeQ, in a sample of adults from the general population.

Methods

A sample of French adults was informed about the design of the present study through social media and an advertising campaign. A total of 223 volunteers completed the SFFeQ twice at a one-year interval and were included in the reproducibility study. During this interval, 92 people also completed three to six 24-hour recalls and were included in the validity study. Main nutrient and dietary intakes were computed. The level of agreement between the two methods was evaluated for both nutrient and food group intakes using classification into quintiles of daily intake. Correlations were also calculated and Bland-Altman plots were performed.

Results

Regarding validity, correlation coefficients ranged from 0.09 to 0.88 (unadjusted correlation coefficients, median: 0.47) and 0.02 to 0.68 (de-attenuated and energy adjusted correlation coefficients, median: 0.51) for food group and nutrient intakes, respectively. The median of classification into the same or adjacent quintiles was 73% and 66% for food and nutrient intakes, respectively. Bland-Altman plots showed good agreement across the range of intakes. Intraclass correlation coefficients ranged from 0.33 to 0.72 (median: 0.60) and 0.55 to 0.73 (median: 0.65), for food and nutrient intakes, respectively.

Conclusions

The SFFeQ showed acceptable validity and reproducibility in a sample of adults. It appears valid to rank individuals based on their food and nutrient intakes. The SFFeQ is a promising and cheap tool that can now be used in large-scale online epidemiological studies or in clinical routine and

could be integrated in any evidence-based smartphone app interested in assessing dietary factors.

Keywords: Short Food Frequency e-Questionnaire; Web-based; Validity; Reproducibility; Online dietary assessment tool.

INTRODUCTION

Healthy lifestyle - characterized by an adequate, balanced diet combined with regular physical activity - is one of the determinants of good health⁽¹⁾. Moderate to strong associations between healthy dietary patterns and decreased risk of obesity and chronic diseases such as cardiovascular disease, hypertension, type 2 diabetes, and some cancers have been largely highlighted in the literature^(2,3).

Among the different tools available to evaluate individual dietary intake, the food frequency questionnaire (FFQ) has been frequently used in nutritional epidemiology studies since the 1980s⁽⁴⁻⁶⁾. Despite of its limitations (difficulties with estimating the usual intake, memory bias, errors in perception of portion sizes and use of a close-ended food list), the FFQ collects valuable information allowing the assessment of usual diet at low cost and logistic burden, and can be self-administered⁽⁵⁻⁷⁾. It also enables accurate ranking of subjects according to dietary and nutritional intakes, which is of major interest when comparing risks in various subgroups⁽⁶⁾.

As previously described^(Affret et al., BMC Nephro), a consortium of 6 cohort studies (E3N⁽⁸⁾, E4N⁽⁹⁾, CKD-REIN⁽¹⁰⁾, i-Share⁽¹¹⁾, Elfe⁽¹²⁾ and Psy-COH) was created to obtain a unique Short Food Frequency Questionnaire (SFFQ), useful to quickly assess the diet in several population subgroups: adults, elderly, adolescents, students, patients with mental disorders and patients with chronic kidney disease.

Existing SFFQs have not been suitable to quickly and accurately assess the diet in several French population subgroups simultaneously: i) the SFFQ developed by Vercambre et al.⁽¹³⁾ was developed for senior women and focuses on nutrients of interest for this population, ii) one third of the items of the SFFQ developed by Giovannelli et al.⁽¹⁴⁾ were not valid and no food composition table was available to study nutritional intakes, iii) the SFFQ developed by Barrat et al.⁽¹⁵⁾ referred to past week intakes and did not take seasonal variability into account, iv) two SFFQs were developed in the context of cardiovascular prevention^(16,17). Therefore, the consortium decided to develop a new and unique SFFQ (40 items) adapted to several population

subgroups of interest. They also agreed that few additional specific questions (10 items max., as performed in the present study) could be added to the questionnaire to aid in the estimation of some nutrients of interest or get qualitative information about diet context, according to the targeted populations.

Web-based dietary assessments provide a lot of advantages^(18,19): they have potential to save time and financial resources, are preferred by participants and answers quality can be improved directly including cutoff values and messages of alert in case of inconsistent, abnormal or missing data. Several examples of 24-hour recalls and web-based FFQs already exist in the literature⁽²⁰⁻²⁵⁾. Because 24-hour recalls need to be repeated to assess overall diet, web-based FFQs are more suitable for large-scale studies. However, most of the existing web-based FFQs are long questionnaires and therefore time-consuming^(21,23,24). There is a need of developing a short food frequency e-Questionnaire (SFFeQ), adapted to Western countries' diet, to estimate energy intake and macronutrients correctly, and rank individuals according to food and main nutrient intakes.

Before using a newly developed or modified FFQ, it must first be validated to be considered as an acceptable method of dietary assessment⁽²⁶⁾. In a pilot study, a paper version of the consortium SFFQ has already been validated in a sample of patients with chronic kidney disease (CKD)^(Affret et al., BMC Nephro) and showed acceptable validity and reproducibility in this specific population, notably for CKD nutrients of importance. The aim of the present study was to study the reproducibility of the online version of the newly developed SFFQ (SFFeQ), and evaluate its validity against 24-hour recalls, in a sample of French adults.

METHODS

Study population and design

In February 2016, a sample of French adults was informed about the design of the present reproducibility and validity study through social media, and was invited to participate. In total, 346 adults were volunteers, gave informed consent and were invited to fill in the SFFeQ. They were asked to complete the SFFeQ twice, at a one year interval, in February-April 2016 and February-April 2017. In total, 319 participants completed the SFFeQ once and 229 participants completed it twice. Participants who under- or over- reported energy intake in one of the SFFeQs were excluded as previously described⁽²⁷⁾: they were in the top and bottom 1% of the

energy intake to energy requirement ratio distribution. Energy requirement was calculated as follows: Basal Metabolic Rate (BMR)* Physical Activity Level (the cutoff value of 1.55 for a minimal activity level was chosen⁽²⁸⁾. BMR was computed on the basis of sex, age, height and weight, using the Schofield formula⁽²⁹⁾. A total of 223 participants were included in the reproducibility study. Among them, 92 patients answered at least 3 (out of 6) 24-hour recalls and were therefore included in the validity study (a flow diagram is presented in **supplementary file 1**).

Short food frequency questionnaire

The food list of the SFFeQ was defined on the basis of existing national food questionnaires^(13-15,30-33) and data from the second national study of individual food intakes of French adults (INCA 2)⁽³⁴⁾. The SFFeQ was self-administered. The questionnaire asked participants to report their usual dietary intake over the past year and was divided into two parts. In total, 44 items were used to obtain the nutritional data (**see supplementary file 2**).

The first part was composed of 40 food group items. It quantified consumption by frequency (never or less than once a month, x times a day, x times a week or x times a month) and portion sizes per food group item. Photos previously validated⁽³⁵⁾ were directly integrated into the questionnaire to help participants estimate the consumed quantities of 21 food items (**see multimedia appendix 1**). Most of the time, there were three photos showing increasing portion sizes with five possible answers (less than the lowest portion, the lowest portion, an intermediate portion, the biggest portion, more than the biggest portion). For items with no photo, participants were asked to quantify their consumption with respect to a standard portion size (typical household measurements such as spoons or standard units such as individual pots of yogurts).

The second part was specific to the study population of adults. It was composed of ten questions. Six questions were qualitative questions about eating habits (e.g. meals frequency, socialization during meals, source of food supplies...) and four questions were used to obtain nutritional data, of which two provided more detailed information on some food group items asked in the first part of the questionnaire (fish and soft drinks).

All the information collected was used to calculate daily intakes of each food group. Frequencies were converted into numbers of servings per day and multiplied by the declared portion size. An ad hoc composition table was developed using data from the INCA2 French representative population survey⁽³⁴⁾ to estimate the percentage of contribution of each food included in a food

group item. Nutritional data were then obtained using the French food composition database established by the French Data Centre on Food Quality (Ciqua), last updated in 2013⁽³⁶⁾.

Besides nutritional and diet context information, the SFFeQ elicited information on sex, birth date, and anthropometric data. It also questioned the participants about eventual changes of food habits during the past year due to particular situations (diet, pregnancy, move, surgery, depression...).

The SFFeQ had a responsive online form and was therefore adapted for laptops, tablets and smartphones. The design of the SFFeQ consisted in one web page per food item and a pilot study previously demonstrated an average time to fill the questionnaire of 30 minutes.

24-hour recalls

The reference method used to compare results from the SFFeQ consisted of six 24-hour recalls carried out each 2 months, during the year between the first and the second administration of the SFFeQ. Study participants were asked to recall all foods and beverages consumed on the previous day (due to logistics, data for Saturdays were collected on Mondays). Participants were not informed in advance of the day of the recall. All weekdays and all seasons were covered by the recalls in order to account for intra-individual variation. Phone interviews were carried out by a trained dietitian who entered the food data into the Nutrilog Software (v2.70d). These data were instantaneously converted into nutrient intakes by the software, using the Ciqua food composition database⁽³⁶⁾. A validated photo album of 42 foods⁽³³⁾ was previously e-mailed to the participants in order to help them quantify the amount of consumed food during the phone interview.

Statistical analysis

We computed descriptive statistics (means and standard deviations) for nutrients and foods for both SFFeQs and the average of the 24-hour recalls. Wilcoxon signed rank tests were performed to study differences between mean values.

Validity

To study relative validity, data evaluated by the second SFFeQ were compared with the mean of the 24-hour recalls, since both methods covered the same period of time. A list of concordance was established between food group items from the SFFeQ and food items provided by 24-hour recalls.

Regarding food groups, unadjusted Spearman's correlation coefficients were calculated. Regarding nutrient intakes, unadjusted and energy-adjusted Pearson correlation coefficients were calculated. Energy-adjusted coefficients, corrected for attenuation due to within-person variation in the reference method (de-attenuated coefficients)^(6,37), were also produced. Energy adjustment was performed using the residual method⁽⁶⁾. To improve the normal distribution, nutrient intakes were logarithmically transformed before analysis.

We examined the level of agreement in ranking subjects between the two methods through cross-classification into quintiles, in terms of food group and nutrient intakes. Misclassification was defined as the percentage of participants classified in the lowest quintile in the SFFeQ and the highest quintile in the 24-hour recalls and vice versa. Due to several food groups with a proportion of non-consumers >20%, cross-classification into three classes was performed. Classes were defined as follows: class = 1 for null consumption; class = 2 for consumption below or equal to the median value in consumers, class = 3 for consumption over the median value in consumers. For food groups with a proportion of non-consumers <20%, cross-classification into tertiles was also performed.

We evaluated agreement between the SFFeQ and the 24-hour recalls performing Bland-Altman plots on energy-adjusted values⁽³⁸⁻⁴⁰⁾. Mean differences between the two assessment methods were plotted against the average estimation of the two methods. The 95% limit of agreement was calculated as the mean difference \pm 1.96 SD.

Reproducibility

To evaluate reproducibility, data obtained from the first and second SFFeQ were compared. Regarding food groups, unadjusted Spearman's correlation coefficients and intraclass correlation coefficients (ICC) were estimated. Regarding nutrient intakes, unadjusted and energy-adjusted Pearson correlation coefficients as well as ICC were calculated. Nutrient intakes were logarithmically transformed before analysis, to improve the normal distribution.

The level of agreement in ranking subjects between the two SFFeQs in terms of food group and nutrient intakes was examined through cross-classification into quintiles.

All statistical analyses were performed on SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). A *P*-value<0.05 was considered statistically significant.

RESULTS

Baseline characteristics of the participants included in the validity and reproducibility studies are presented in **Table 1**. Participants included in both studies were mostly women (63.0% and 74.9% in the validity and reproducibility studies, respectively). Validity study participants were older than reproducibility study participants (47.7±14.9 years old vs. 40.5±14.9 years old) but the mean BMI was similar in both studies (23.5±4.2 kg/m² in the reproducibility study). Participants lived in all regions of France, with higher proportions living in Paris and Suburbs and the South. Most of the participants included in the validity study had complete data for six 24-hour recalls (73.9%).

Table 1: Descriptive characteristics of the subjects included in the validity and reproducibility study.

	Validity	Reproducibility
	N=92	N=223
	%	
Sex		
Women	63.0	74.9
	Mean (SD)	
Age (years)	47.7 (14.9)	40.5 (14.9)
BMI (kg/m²)	23.6 (3.3)	23.5 (4.2)
Area of residence	%	
South	16.3	27.0
West	10.9	8.6
North	1.1	3.6
East	7.6	5.9
Centre	6.5	5.9
Dom-Tom	0	1.4
Paris and suburbs	57.6	47.7
Number of 24-hour	%	
Three	5.4	
Four	4.3	
Five	16.3	
Six	73.9	
Distribution of 24-hour	Average percentage	
Weekday	73.3	
Weekend	26.7	
Autumn/winter	53.0	
Spring/summer	47.0	

BMI, Body Mass Index

Validity**Food groups**

Dietary intakes estimated by the SFFeQ2 and the mean of the 24-hour recalls are presented in **Table 2**. Some food items such as 'whole-grain pasta, rice and wheat', 'legumes', 'milk' or 'fruit' tended to be overestimated with the SFFeQ whereas other food groups such as 'raw vegetables', 'pizza, lasagna and quiche', 'sausages and processed meat', 'cheese', 'sweet snacks, chocolate and viennoiseries' or 'alcoholic beverages excluding wine' were underestimated with the SFFeQ2.

ANNEXE 10 : Article 5 en révision au *Journal of Medical Internet Research*
« Online assessment of the usual diet: a validity and reproducibility study of a new short food frequency questionnaire in an adult population »

Unadjusted Spearman coefficients ranged from 0.09 (offal) to 0.88 (tea and herb teas), the median value being 0.47. Eight food groups had correlation coefficients below 0.3.

The median proportion of participants classified in the same and adjacent quintiles of food group consumption by the SFFeQ2, as well as by the mean of the 24-hr recalls, was 73%. The median proportion of misclassified participants was 1%. The median proportion of participants classified in the same tertile was 54%.

Table 2: Relative validity of the SFFQ for food groups (n=92)

	Daily intakes			Spearman correlation coefficients	Cross-classification of food group distribution		
	24-hour recalls	SFFQ 2	SFFeQ2-24-hour recalls	Unadjusted	SFFeQ2 vs. means of six 24-hour recalls		
	Mean in grams (foods) or ml (beverages) (SD)		Differences in means, in grams (foods) or ml (beverages) (SD)		% of subjects classified in same tertile ¹	% of subjects classified in same or adjacent quintile	% of misclassified subjects
Whole-grain bread and substitutes ²	31.9 (40.1)	30.6 (45.0)	-1.2 (54.1)	0.35	53	.	.
White bread and substitutes	59.0 (50.0)	56.8 (60.1)	-2.2 (47.3)	0.63	54	78	1
Breakfast cereals ²	4.7 (12.2)	6.6 (16.0)	1.9 (9.2)	0.68	79	.	.
Whole-grain pasta, rice and wheat ²	1.4 (6.2)	25.6* (47.2)	24.2 (46.4)	0.14	49	.	.
White pasta, rice and wheat	84.6 (71.5)	73.3 (68.2)	-11.3 (68.2)	0.52	49	71	1
Legumes ²	12.3 (24.9)	21.1* (19.7)	8.8 (30.8)	0.26	27	.	.
French fries and other fried tubers ²	10.2 (21.4)	12.5 (19.2)	2.3 (23.8)	0.35	40	.	.
Potatoes and other tubers (not fried) ²	56.4 (62.5)	51.6 (47.6)	-4.8 (66.9)	0.26	45	.	.
Cooked vegetables	199.1 (117.2)	190.3 (129.2)	-8.8 (114.7)	0.49	50	68	1
Raw vegetables	74.8 (57.8)	52.7* (57.2)	-22.1 (51.7)	0.53	58	74	1
Pizza, lasagna and quiche ²	40.3 (46.2)	17.1* (16.6)	-23.2 (40.3)	0.44	48	.	.
Sandwich, burgers and kebab ²	11.3 (21.7)	8.7 (13.9)	-2.6 (18.2)	0.52	61	.	.
Fish fingers/ breaded meat ²	6.6 (14.2)	2.5* (4.4)	-4.1 (14.2)	0.27	64	.	.
Sausages and other processed meat ²	34.9 (29.3)	20.0* (23.2)	-14.9 (29.5)	0.38	54	.	.
Poultry/rabbit ²	30.1 (31.5)	34.2 (45.6)	4.1 (52.8)	0.45	41	.	.
Meat	42.4 (31.6)	40.1 (43.2)	-2.3 (44.4)	0.39	38	61	1
Offal ²	1.1 (6.4)	2.7* (7.7)	1.7 (10.0)	0.09	74	.	.

To be followed next page

ANNEXE 10 : Article 5 en révision au *Journal of Medical Internet Research*

« Online assessment of the usual diet: a validity and reproducibility study of a new short food frequency questionnaire in an adult population »

	Daily intakes			Spearman correlation coefficients	Cross-classification of food group distribution		
	24-hour recalls	SFFQ 2	SFFQ2-24-hour recalls		SFFQ2 vs. means of six 24-hour recalls		
	Mean in grams (foods) or ml (beverages) (SD)		Differences in means, in grams (foods) or ml (beverages) (SD)	Unadjusted	% of subjects classified in same tertile ¹	% of subjects classified in same or adjacent quintile	% of misclassified subjects
Eggs ²	13.5 (15.9)	20.0* (26.2)	6.5 (26.8)	0.35	35	.	.
Fish ²	22.9 (24.2)	19.9 (20.0)	-3.0 (26.2)	0.34	41	.	.
Seafood (excluding fish) ²	6.6 (19.1)	3.4 (5.9)	-3.2 (19.1)	0.33	59	.	.
Milk ²	46.6 (88.9)	117.2* (215.6)	70.6 (175.2)	0.73	68	.	.
Yoghurt, fromage blanc, cottage cheese	94.6 (75.1)	122.6* (98.5)	28.0 (70.6)	0.75	60	88	0
Cream dessert ²	13.4 (25.2)	18.5 (45.0)	5.1 (36.3)	0.40	53	.	.
Cheese	36.8 (29.1)	29.7* (30.1)	-7.1 (25.2)	0.51	52	68	1
Butter, crème fraîche	6.5 (7.0)	16.6* (23.5)	10.1 (20.2)	0.66	51	79	0
Margarine, mayonnaise ²	1.1 (4.0)	2.1* (7.0)	1.0 (4.4)	0.60	76	.	.
Olive oil	5.0 (4.6)	12.0* (10.6)	6.9 (10.0)	0.28	49	62	2
Rapeseed oil, walnut oil, mixed oil ²	1.5 (2.7)	2.4* (4.5)	0.9 (4.5)	0.35	47	.	.
Sunflower oil, groundnut oil ²	0.5 (1.5)	1.0 (2.8)	0.5 (2.8)	0.21	65	.	.
Salty snacks ²	5.2 (8.2)	5.0 (5.9)	-0.1 (7.5)	0.41	43	.	.
Sweet snacks, chocolate and viennoiseries ²	57.5 (55.0)	30.9* (49.0)	-26.6 (61.0)	0.26	39	.	.
Fruit	236.3 (152.5)	358.6* (312.4)	122.3 (274.7)	0.67	61	77	1
Water	1053.8 (563.0)	2188.3* (2559.8)	1134.5 (2410.6)	0.52	52	73	1
Coffee ²	248.1 (197.8)	322.7 (403.3)	74.7 (303.4)	0.81	72	.	.
Tea and herb teas ²	306.7 (390.7)	303.5 (446.1)	-3.1 (310.4)	0.88	71	.	.
Fruit juice ²	84.4 (96.5)	114.2* (143.1)	29.8 (132.6)	0.61	58	.	.
Sweet beverages ²	30.7 (74.6)	19.1* (71.6)	-11.5 (50.1)	0.73	79	.	.
Artificially-sweetened beverages ²	10.4 (42.6)	21.2 (94.6)	10.8 (66.7)	0.55	88	.	.
Wine ²	66.4 (108.6)	50.0* (96.7)	-16.4 (68.7)	0.81	67	.	.
Alcoholic beverages excluding wine ²	42.0 (70.3)	17.8* (34.3)	-24.3 (65.5)	0.48	54	.	.

*Significantly different from the value of the mean of the six 24-hr recalls, according to Wilcoxon signed rank tests.

¹For food groups with a proportion of non-consumers >20%, tertiles and quintiles classifications were not performed. Instead, participants were classified as follows: class = 1 for null consumption; class = 2 for consumption below or equal to the median value in consumers, class = 3 for consumption above the median value in consumers.

²These food groups have a large proportion of non-consumers (>20%).

The statistical tests provided *p*-values <0.05 for each unadjusted Spearman correlation coefficient, except for those in bold.

ANNEXE 10 : Article 5 en révision au *Journal of Medical Internet Research*
« Online assessment of the usual diet: a validity and reproducibility study of a new short food frequency questionnaire in an adult population »

Nutrients

Mean macronutrient intakes estimated using the SFFeQ2 were not statistically significantly different from those estimated using the 24-hour recalls (**Table 3**). Calcium and retinol intakes tended to be overestimated by the SFFeQ (1326.6±618.0 mg/d vs. 884.4±275.2 mg/d and 522.5±482.1 mg/d vs. 15.9±59.0 µg/d respectively) whereas alcohol and sodium intakes were underestimated by the SFFeQ (5.9±9.8 g/d vs. 9.4±12.8 mg/d and 2435.0±787.1 mg/d vs. 5237.5±1487.2 µg/d respectively).

Unadjusted correlation coefficients ranged from 0.08 (manganese and copper) to 0.77 (alcohol), with the median value being 0.41. De-attenuation mainly improved energy-adjusted correlation coefficients. De-attenuated energy-adjusted CC ranged from 0.02 (sodium) to 0.68 (potassium, carotene and vitamin C), with the median value being 0.51. A total of nine nutrients (sodium, magnesium, manganese, iron, copper, zinc, iodine, vitamin D and vitamin B12) had correlation coefficients lower than 0.3.

The median of percentages of participants classified in the same and adjacent quintiles of nutrient intakes by the SFFQ2, as well as by the mean of the 24-hr recalls, was 66%. The median proportion of misclassified participants was 3%.

Table 3: Relative validity of the SFFeQ for nutrients (n=92).

	Daily intakes		Pearson correlation coefficients			Cross-classification of nutrient distribution		
	24-hour recalls	SFFQ 2	SFFQ2-24-hour recalls	SFFQ2 vs. means of six 24-hour recalls				
	Mean (SD)		Differences in means (SD)	Un-adjusted	Energy-adjusted ¹	De-attenuated ²	% of subjects classified in same or adjacent quintile	% of misclassified subjects
Energy (kcal)	1972.5 (589.4)	1895.1 (572.4)	-77.4 (565.3)	0.47	.	0.50 ⁴	66	3
Protein (g)	79.5 (23.6)	76.0 (29.0)	-3.5 (23.6)	0.57	0.47	0.52	72	2
Carbohydrates (g)	212.5 (64.4)	211.3 (71.6)	-1.3 (72.6)	0.44	0.49	0.54	71	3
Fat (g)	75.2 (27.8)	71.6 (26.8)	-3.6 (27.2)	0.47	0.55	0.61	59	3
SFA (g)	30.0 (13.3)	27.6* (13.5)	-2.4 (10.5)	0.61	0.54	0.61	67	1
MUFA (g)	24.8 (8.9)	27.9* (10.9)	3.1 (12.2)	0.35	0.46	0.53	58	7
PUFA (g)	8.8 (3.7)	8.7 (4.1)	-0.1 (4.5)	0.32	0.48	0.55	58	4

To be followed next page

ANNEXE 10 : Article 5 en révision au *Journal of Medical Internet Research*

« Online assessment of the usual diet: a validity and reproducibility study of a new short food frequency questionnaire in an adult population »

	Daily intakes			Pearson correlation coefficients			Cross-classification of nutrient distribution	
	24-hour recalls	SFFQ 2	SFFQ2-24-hour recalls	Un-adjusted	SFFQ2 vs. means of six 24-hour recalls		% of subjects classified in same or adjacent quintile	% of misclassified subjects
	Mean (SD)		Differences in means (SD)		Energy-adjusted ¹	De-attenuated ²		
Cholesterol (mg)	283.3 (132.9)	271.9 (143.5)	-11.4 (149.9)	0.46	0.31	0.39	65	5
Sugars (g)	85.9 (30.5)	89.5 (39.0)	3.6 (42.9)	0.28	0.39	0.45	71	8
Fibre (g)	22.3 (5.9)	21.6 (8.1)	-0.7 (7.9)	0.40	0.52	0.60	64	3
Alcohol ³ (g)	9.4 (12.8)	5.9* (9.8)	-3.5 (8.5)	0.77	.	.	88	1
Water (g)	2722.3 (682.6)	4033.1* (2864.8)	1310.8 (2654.0)	0.47	0.47	0.51	68	1
Sodium (mg)	5237.5 (1487.2)	2435.0* (787.1)	-2802.5 (1483.9)	0.34	0.01	0.02	64	1
Magnesium (mg)	325.5 (75.9)	377.5* (145.3)	52.0 (142.4)	0.26	0.25	0.29	62	8
Phosphorus (mg)	1155.1 (329.6)	1156.7* (421.6)	1.6 (352.8)	0.50	0.40	0.45	67	2
Potassium (mg)	3151.6 (772.2)	3284.7 (1074.4)	133.1 (955.3)	0.49	0.59	0.68	71	2
Calcium (mg)	884.4 (275.2)	1326.6* (618.0)	442.2 (553.1)	0.42	0.38	0.44	70	5
Manganese (mg)	3.2 (1.3)	12.6* (4.8)	9.3 (4.9)	0.08	0.05	0.05	59	8
Iron (mg)	10.3 (3.5)	11.4* (4.1)	1.1 (4.5)	0.28	0.23	0.27	62	3
Copper (mg)	1.6 (0.9)	2.4* (1.3)	0.8 (1.6)	0.08	0.06	0.07	57	7
Zinc (mg)	9.3 (4.7)	9.7 (3.7)	0.4 (5.0)	0.40	0.22	0.26	61	1
Iodine (µg)	134.4 (68.0)	130.7 (48.3)	-3.6 (69.1)	0.43	0.24	0.29	68	2
Retinol ³ (µg)	15.9 (59.0)	522.5* (482.1)	506.6 (479.8)	0.11	.	.	41	18
Carotene (µg)	4053.7 (3238.9)	3747.3 (2133.6)	-306.4 (2833.2)	0.52	0.54	0.68	77	3
Vitamin D (µg)	9.7 (1.7)	2.3* (1.2)	-7.4 (1.9)	0.27	0.15	0.22	61	3
Vitamin E (mg)	9.3 (3.4)	11.4* (5.7)	2.1 (5.4)	0.25	0.43	0.53	58	4
Vitamin C (mg)	119.4 (48.9)	132.8 (72.5)	13.3 (68.5)	0.54	0.56	0.68	78	2
Vitamin B1 (mg)	1.2 (0.3)	1.1* (0.4)	-0.1 (0.4)	0.31	0.33	0.41	66	4
Vitamin B2 (mg)	1.6 (0.5)	1.7 (0.7)	0.0 (0.6)	0.45	0.48	0.53	68	1
Vitamin B3 (mg)	16.8 (5.5)	16.8 (7.1)	0.0 (6.7)	0.49	0.49	0.58	73	4
Vitamin B5 (mg)	5.0 (1.4)	5.2 (1.9)	0.2 (1.8)	0.47	0.57	0.64	70	1
Vitamin B6 (mg)	1.8 (0.5)	1.7 (0.6)	-0.1 (0.7)	0.28	0.38	0.46	58	2
Vitamin B9 (µg)	320.5 (91.5)	347.4 (123.8)	26.9 (126.0)	0.36	0.49	0.58	64	1
Vitamin B12 (µg)	4.6 (4.8)	6.7* (4.0)	2.1 (6.0)	0.31	0.21	0.26	65	7

SFA = Saturated fatty acids; MUFA = Monounsaturated fatty acids; PUFA = Polyunsaturated fatty acids.

Means and cross-classification were computed on crudes variables. All variables were log transformed before computing Pearson correlation coefficients, to improve normality.

*Significantly different from the value of the mean of the six 24-hr recalls, according to Wilcoxon signed rank tests.

¹ Energy adjustment according to the residual method.

² Energy-adjusted and de-attenuated Pearson's correlation coefficient (corrected for within-person variation in six 24- hour recalls).

³ Spearman correlation coefficients were performed because normality was not respected.

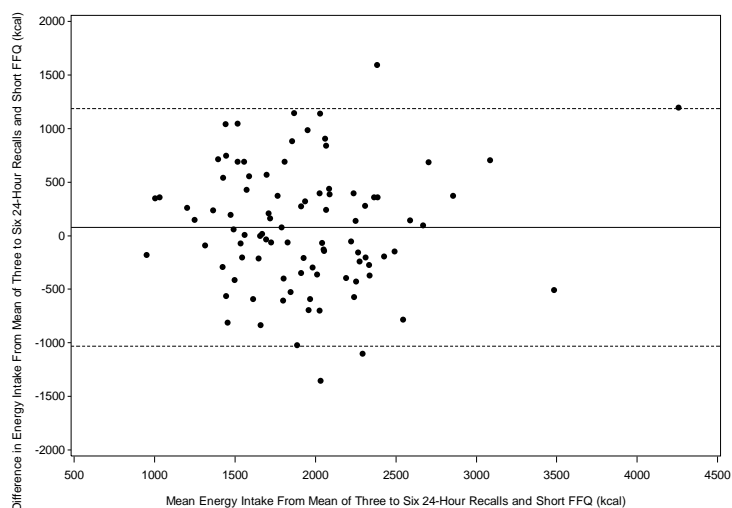
⁴ Unadjusted and de-attenuated Pearson correlation coefficient

The statistical tests provided *p*-values <0.05 for each Pearson correlation coefficient, except for those in bold.

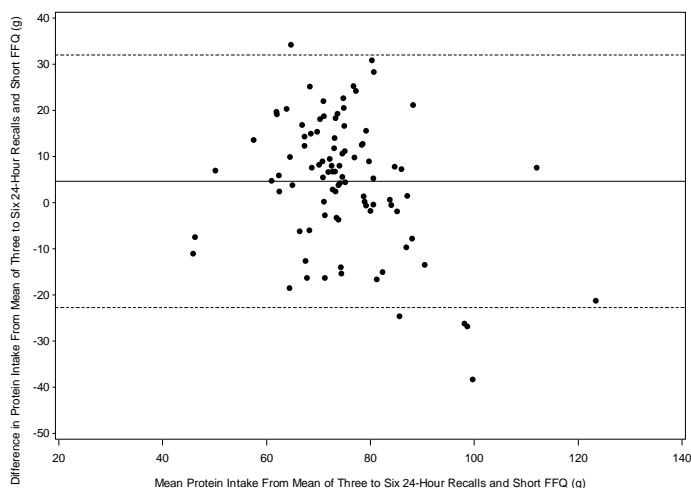
ANNEXE 10 : Article 5 en révision au *Journal of Medical Internet Research*
« Online assessment of the usual diet: a validity and reproducibility study of a new short food frequency questionnaire in an adult population »

The Bland-Altman plot analysis graphs show good agreement between the two methods of estimation, across the range of intake, for energy, protein, carbohydrate, lipid, alcohol, cholesterol, sodium and calcium intakes (**Figure 1**). For all the 33 nutrients studied, the mean difference between methods was near zero for all levels of intake, except for sodium and calcium (data not shown). Across the range of intakes, sodium and calcium were systematically underestimated and overestimated by the SFFeQ2, respectively, which was consistent with the results displayed in Table 3. The percentage of points that were outside the limits of agreement ranged from 1.1% (zinc and iodine) to 7.6% (sugars, vitamins D, B1 and B6), with a median value of 4.3%, which is theoretically the percentage of values outside the mean ± 1.96 SD. Finally, the agreement did not differ between high and low intakes.

Figure 1: Bland-Altman plots related to macronutrients and micronutrients of interest in adult population.

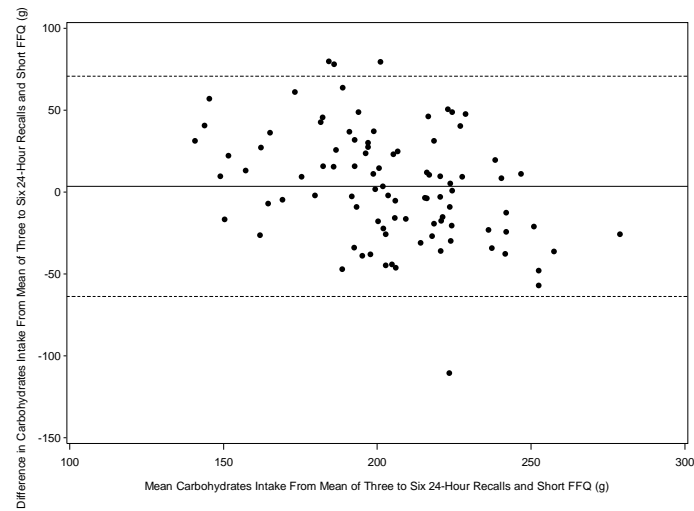


Difference in the daily intake of energy (crude variable) derived from the six 24-hour recalls and the short food frequency e-questionnaire (SFFeQ2) plotted against the corresponding mean energy-adjusted daily intakes derived from the two methods. Solid lines represent mean difference, and dashed lines show lower and upper 95% limits of agreement ($\text{mean} \pm 1.96 \text{ SD}$) ($n=92$).

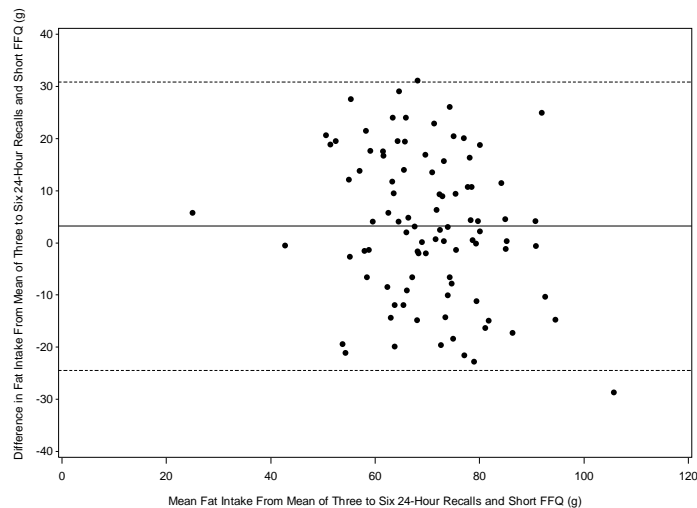


Difference in the daily intake of energy-adjusted protein derived from the six 24-hour recalls and the short food frequency e-questionnaire (SFFeQ2) plotted against the corresponding mean energy-adjusted daily intakes derived from the two methods. Solid lines represent mean difference, and dashed lines show lower and upper 95% limits of agreement ($\text{mean} \pm 1.96 \text{ SD}$) ($n=92$).

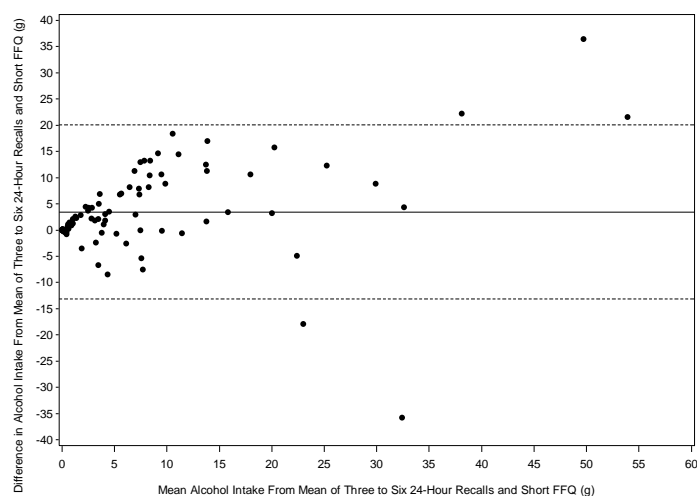
ANNEXE 10 : Article 5 en révision au *Journal of Medical Internet Research*
« Online assessment of the usual diet: a validity and reproducibility study of a new short food frequency questionnaire in an adult population »



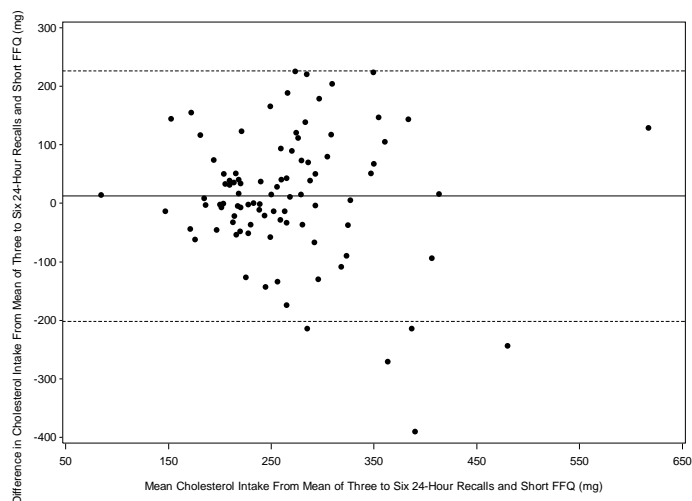
Difference in the daily intake of energy-adjusted carbohydrate derived from the six 24-hour recalls and the short food frequency e-questionnaire (SFFeQ2) plotted against the corresponding mean energy-adjusted daily intakes derived from the two methods. Solid lines represent mean difference, and dashed lines show lower and upper 95% limits of agreement (mean \pm 1.96 SD) (n=92).



Difference in the daily intake of energy-adjusted lipid derived from the six 24-hour recalls and the short food frequency e-questionnaire (SFFeQ2) plotted against the corresponding mean energy-adjusted daily intakes derived from the two methods. Solid lines represent mean difference, and dashed lines show lower and upper 95% limits of agreement (mean \pm 1.96 SD) (n=92).

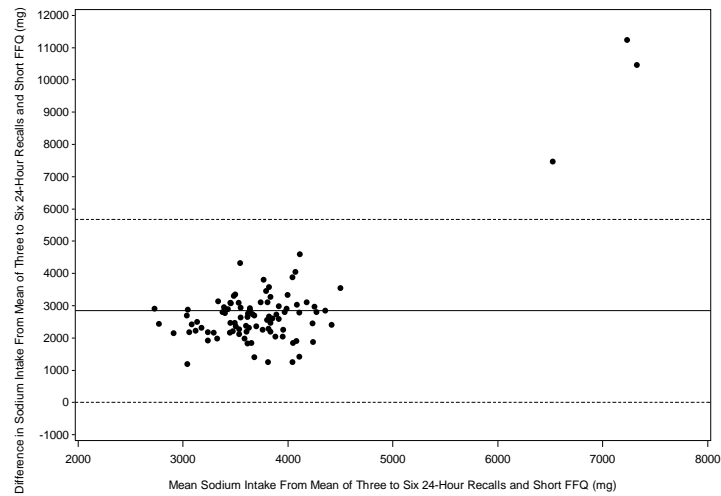


Difference in the daily intake of alcohol (crude variable) derived from the six 24-hour recalls and the short food frequency e-questionnaire (SFFeQ2) plotted against the corresponding mean energy-adjusted daily intakes derived from the two methods. Solid lines represent mean difference, and dashed lines show lower and upper 95% limits of agreement (mean \pm 1.96 SD) (n=92).

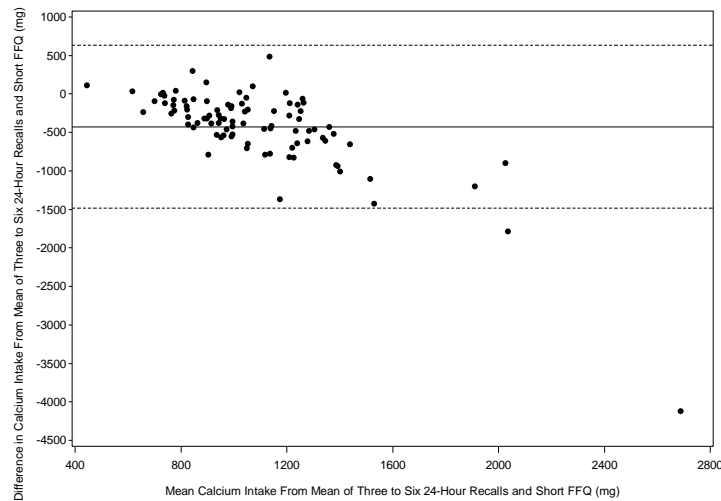


Difference in the daily intake of energy-adjusted cholesterol derived from the six 24-hour recalls and the short food frequency e-questionnaire (SFFeQ2) plotted against the corresponding mean energy-adjusted daily intakes derived from the two methods. Solid lines represent mean difference, and dashed lines show lower and upper 95% limits of agreement (mean \pm 1.96 SD) (n=92).

ANNEXE 10 : Article 5 en révision au *Journal of Medical Internet Research*
« Online assessment of the usual diet: a validity and reproducibility study of a new short food frequency questionnaire in an adult population »



Difference in the daily intake of energy-adjusted sodium derived from the six 24-hour recalls and the short food frequency e-questionnaire (SFFeQ2) plotted against the corresponding mean energy-adjusted daily intakes derived from the two methods. Solid lines represent mean difference, and dashed lines show lower and upper 95% limits of agreement (mean \pm 1.96 SD) (n=92).



Difference in the daily intake of energy-adjusted calcium derived from the six 24-hour recalls and the short food frequency e-questionnaire (SFFeQ2) plotted against the corresponding mean energy-adjusted daily intakes derived from the two methods. Solid lines represent mean difference, and dashed lines show lower and upper 95% limits of agreement (mean \pm 1.96 SD) (n=92).

Reproducibility**Food groups**

Absolute daily intakes of food groups were mostly comparable between the two SFFeQs (**Table 4**). A significant and quite large decrease was observed for the 'sweet beverages' and 'artificially-sweetened beverages' between SFFeQ1 and SFFeQ2.

Unadjusted Spearman correlation coefficients ranged from 0.34 (sunflower and groundnut oils) to 0.90 (wine), with the median value being 0.65. Intraclass correlation coefficients ranged from 0.33 (sweet snacks, chocolate and viennoiseries) to 0.72 ('poultry/rabbit', 'fish' and 'fruit'), with the median value being 0.60.

The median of percentages of subjects classified in the same and adjacent quintiles of food group consumption by both SFFeQs was 80%. The median proportion of misclassified participants was 1%. The median of percentages of subjects classified in the same tertile was 64%.

Table 4: Reproducibility of food group consumptions of the SFFeQ (n=223).

	Daily intakes		SFFeQ2-SFFeQ1	Spearman correlation coefficients		Cross-classification of food groups distribution		
	SFFeQ1	SFFeQ2		Un-adjusted	ICC	SFFeQ2 vs.SFFeQ1		
	Mean in grams (foods) or ml (beverages) (SD)		Differences in means, in grams (foods) or ml (beverages) (SD)			% of subjects classified in same tertile ¹	% of subjects classified in same or adjacent quintile	% of misclassified subjects
Whole-grain bread and substitutes ²	24.0 (43.0)	25.7 (37.9)	1.6 (39.7)	0.57	0.52	58	.	.
White bread and substitutes	53.3 (59.5)	47.0* (54.9)	-6.3 (52.8)	0.59	0.57	55	83	1
Breakfast cereals ²	7.9 (15.7)	8.0 (16.4)	0.1 (13.1)	0.68	0.67	76	.	.
Whole-grain pasta, rice and wheat ²	39.9 (68.6)	36.4 (60.6)	-3.5 (65.8)	0.58	0.48	63	.	.
White pasta, rice and wheat	92.9 (77.3)	77.6* (73.8)	-15.3 (66.2)	0.65	0.62	59	79	2
Legumes ²	30.3 (46.2)	31.7 (46.7)	1.4 (48.2)	0.60	0.46	68	.	.
French fries and other fried tubers ²	12.2 (14.6)	12.0 (15.7)	-0.2 (15.4)	0.67	0.48	63	.	.
Potatoes and other tubers (not fried) ²	52.2 (48.4)	45.1* (40.9)	-7.1 (45.6)	0.54	0.48	57	74	1
Cooked vegetables	188.1 (144.7)	179.9 (130.0)	-8.2 (129.6)	0.58	0.56	53	79	0
Raw vegetables	43.1 (49.8)	41.1 (44.4)	-1.9 (36.1)	0.69	0.71	63	81	1
Pizza, lasagna and quiche ²	24.2 (27.2)	21.5 (24.0)	-2.8 (22.9)	0.64	0.60	59	86	0
Sandwich, burgers and kebab ²	13.9 (17.8)	12.3* (19.7)	-1.6 (17.7)	0.71	0.55	67	.	.
Fish fingers/ breaded meat ²	3.0 (5.7)	3.3 (6.2)	0.3 (6.1)	0.57	0.48	69	.	.
Sausages and other processed meat ²	22.3 (26.7)	19.0* (22.8)	-3.3 (21.4)	0.60	0.63	60	.	.

To be followed next page

ANNEXE 10 : Article 5 en révision au *Journal of Medical Internet Research*
« Online assessment of the usual diet: a validity and reproducibility study of a new short food frequency questionnaire in an adult population »

	Daily intakes			Spearman correlation coefficients		Cross-classification of food groups distribution		
	SFFeQ1	SFFeQ2	SFFeQ2-SFFeQ1	Un-adjusted	ICC	SFFeQ2 vs.SFFeQ1		
	Mean in grams (foods) or ml (beverages) (SD)		Differences in means, in grams (foods) or ml (beverages) (SD)			% of subjects classified in same tertile ¹	% of subjects classified in same or adjacent quintile	% of mis-classified subjects
Poultry/rabbit	32.5 (35.3)	30.7 (38.4)	-1.7 (27.8)	0.63	0.72	61	80	2
Meat	39.4 (47.3)	34.9 (40.8)	-4.5 (39.4)	0.65	0.60	62	80	1
Offal ²	1.9 (4.8)	1.9 (5.6)	0.0 (4.4)	0.62	0.64	83	.	.
Eggs	19.6 (34.4)	18.9 (22.3)	-0.8 (32.6)	0.57	0.37	57	75	3
Fish	17.1 (19.2)	17.4 (18.0)	0.3 (14.0)	0.71	0.72	57	81	0
Seafood (excluding fish) ²	3.5 (7.4)	2.8 (5.3)	-0.6 (6.4)	0.65	0.51	76	.	.
Milk ²	103.7 (162.9)	101.2 (184.2)	-2.5 (138.3)	0.73	0.68	76	.	.
Yoghurt, fromage blanc, cottage cheese	113.9 (100.2)	103.5* (93.7)	-10.3 (78.1)	0.71	0.68	68	89	0
Cream dessert ²	17.6 (27.7)	16.7 (35.2)	-0.8 (27.7)	0.62	0.62	64	.	.
Cheese	31.5 (31.5)	29.4 (28.1)	-2.2 (24.9)	0.72	0.65	65	80	1
Butter, crème fraîche	16.8 (19.8)	15.3 (20.7)	-1.5 (17.9)	0.68	0.61	57	82	1
Margarine, mayonnaise ²	2.4 (8.5)	2.5 (7.9)	0.0 (6.3)	0.65	0.70	73	.	.
Olive oil	11.6 (10.5)	11.5 (10.2)	-0.1 (7.9)	0.67	0.71	64	81	0
Rapeseed oil, walnut oil, mixed oil ²	2.8 (6.2)	2.5 (4.5)	-0.4 (6.0)	0.52	0.40	60	.	.
Sunflower oil, groundnut oil ²	1.1 (2.8)	0.9 (2.4)	-0.2 (2.6)	0.34	0.50	67	.	.
Salty snacks ²	7.4 (10.0)	6.6 (11.0)	-0.7 (10.8)	0.67	0.47	65	.	.
Sweet snacks, chocolate and viennoiseries	40.5 (62.1)	32.2 (42.4)	-8.3 (61.5)	0.58	0.33	52	74	1
Fruit	369.0 (398.8)	340.6 (388.1)	-28.4 (295.1)	0.72	0.72	59	80	0
Water	1971.0 (1545.2)	2014.6 (2029.9)	43.7 (1689.5)	0.51	0.56	56	72	4
Coffee ²	239.8 (296.2)	258.2 (335.7)	18.4 (240.0)	0.86	0.71	83	.	.
Tea and herb teas ²	275.0 (348.8)	301.8 (465.5)	26.7 (316.8)	0.84	0.70	80	.	.
Fruit juice ²	126.5 (136.4)	117.0* (132.5)	-9.6 (130.8)	0.69	0.53	69	.	.
Sweet beverages ²	46.2 (202.8)	24.1* (86.9)	-22.1 (136.2)	0.58	0.62	71	.	.
Artificially-sweetened beverages ²	26.9 (121.5)	15.7* (70.6)	-11.2 (114.0)	0.78	0.34	91	.	.
Wine ²	43.9 (85.4)	49.1 (99.6)	5.2 (74.2)	0.90	0.68	77	.	.
Alcoholic beverages excluding wine ²	20.0 (46.7)	18.3 (38.7)	-1.7 (40.3)	0.78	0.56	73	.	.

ICC= Intraclass correlation coefficient

*Significantly different from the value of the SFFeQ1, according to Wilcoxon signed rank tests.

¹For food groups with a proportion of non-consumers>20%², tertiles and quintiles classifications were not performed. Instead, participants were classified as follows: class = 1 for null consumption; class = 2 for consumption below or equal to the median value in consumers, class = 3 for consumption above the median value in consumers.

²These food groups have a large number of non-consumers (>20%).

The statistical tests provided *p*-values <0.05 for each unadjusted Spearman correlation coefficient.

Nutrients

Absolute daily intake of energy and nutrients were comparable between the two SFFeQs, although all nutrient intakes (excluding alcohol) showed a significant slight decrease between SFFeQ1 and SFFeQ2 (**Table 5**).

Crude correlation coefficients ranged from 0.58 (iron) to 0.89 (alcohol), with the median value being 0.65. Energy-adjusted Pearson correlation coefficients ranged from 0.054 (vitamin B1) to 0.77 (vitamin E), with the median value being 0.65. Intraclass correlation coefficients ranged from 0.55 (carbohydrates) to 0.73 (magnesium and manganese), with the median value being 0.65.

The median proportion of subjects classified in the same and adjacent quintile of nutrient intakes by both SFFeQs was 79%. The median proportion of misclassified participants was 1%.

Table 5: Reproducibility of nutrient intakes of the SFFeQ (n=223).

	Daily intakes		Pearson correlation coefficients			Cross-classification of nutrient distribution		
	SFFeQ1	SFFeQ2	SFFeQ2-SFFeQ1	SFFeQ2 vs.SFFeQ1				
	Mean (SD)		Differences in means (SD)	Unadjusted	Energy-adjusted ¹	ICC	% of subjects classified in same or adjacent quintile	% of misclassified subjects
Energy (kcal)	2009.4 (649.7)	1837.6* (570.0)	-171.8 (549.6)	0.59	.	0.60	76	0
Protein (g)	77.7 (30.8)	71.8* (27.8)	-6.0 (23.9)	0.66	0.61	0.67	79	0
Carbohydrates (g)	229.0 (82.6)	206.8* (73.5)	-22.2 (73.9)	0.59	0.64	0.55	79	2
Fat (g)	75.7 (31.5)	69.3* (27.4)	-6.3 (26.6)	0.62	0.63	0.59	77	1
SFA (g)	29.1 (14.1)	26.4* (12.9)	-2.7 (11.9)	0.65	0.71	0.61	78	0
MUFA (g)	29.1 (12.5)	27.0* (11.2)	-2.1 (10.6)	0.63	0.62	0.60	78	2
PUFA (g)	9.4 (5.4)	8.6* (4.1)	-0.8 (3.9)	0.68	0.66	0.68	79	0
Cholesterol (mg)	276.0 (176.0)	253.6* (133.4)	-22.3 (136.2)	0.73	0.72	0.62	80	1
Sugars (g)	95.1 (50.3)	85.8* (45.9)	-9.3 (41.4)	0.65	0.70	0.63	77	1
Fibre (g)	23.0 (10.8)	21.4* (9.2)	-1.6 (8.2)	0.68	0.76	0.66	78	0
Alcohol ² (g)	5.5 (9.2)	5.8 (10.4)	0.4 (7.7)	0.89	.	0.70	94	0

To be followed next page

ANNEXE 10 : Article 5 en révision au *Journal of Medical Internet Research*
« Online assessment of the usual diet: a validity and reproducibility study of a new short food frequency questionnaire in an adult population »

	Daily intakes			Pearson correlation coefficients			Cross-classification of nutrient distribution	
	SFFeQ1	SFFeQ2	SFFeQ2-SFFeQ1	SFFeQ2 vs.SFFeQ1			% of subjects classified in same or adjacent quintile	% of mis-classified subjects
	Mean (SD)		Differences in means (SD)	Unadjusted	Energy-adjusted ¹	ICC		
Water (g)	3754.3 (1763.8)	3731.6 (2303.5)	-22.7 (1693.6)	0.63	0.59	0.66	74	1
Sodium (mg)	2584.3 (905.6)	2371.1* (797.0)	-213.2 (757.9)	0.60	0.61	0.61	77	2
Magnesium (mg)	370.0 (127.0)	354.3* (129.8)	-15.7 (94.8)	0.69	0.71	0.73	84	0
Phosphorus (mg)	1186.2 (410.7)	1099.8* (390.6)	-86.3 (348.8)	0.62	0.63	0.62	77	1
Potassium (mg)	3219.6 (1191.5)	3050.1* (1122.4)	-169.5 (974.3)	0.64	0.67	0.65	83	1
Calcium (mg)	1262.9 (449.3)	1226.1* (528.9)	-36.9 (413.3)	0.64	0.64	0.65	77	2
Manganese (mg)	12.3 (4.2)	11.8* (4.3)	-0.5 (3.2)	0.69	0.71	0.73	85	0
Iron (mg)	11.6 (4.3)	11.0* (3.8)	-0.6 (3.6)	0.58	0.55	0.61	74	2
Copper (mg)	2.3 (1.0)	2.2* (1.1)	-0.1 (0.8)	0.70	0.72	0.70	83	1
Zinc (mg)	9.8 (4.0)	9.1* (3.5)	-0.7 (3.2)	0.64	0.55	0.63	77	2
Iodine (µg)	130.7 (47.1)	123.2* (43.9)	-7.5 (39.8)	0.63	0.64	0.62	78	1
Retinol (µg)	497.5 (361.7)	457.8* (378.3)	-39.7 (300.5)	0.70	0.69	0.67	80	0
Carotene (µg)	3618.8 (2272.2)	3425.8 (1949.2)	-193.0 (1666.6)	0.71	0.73	0.69	82	0
Vitamin D (µg)	2.2 (1.2)	2.1 (1.1)	-0.1 (0.9)	0.70	0.67	0.71	75	1
Vitamin E (mg)	11.9 (7.2)	11.1 (5.6)	-0.8 (4.9)	0.72	0.77	0.71	82	1
Vitamin C (mg)	138.9 (84.5)	128.8* (79.6)	-10.1 (69.1)	0.70	0.72	0.65	84	0
Vitamin B1 (mg)	1.2 (0.4)	1.1* (0.4)	-0.1 (0.4)	0.59	0.54	0.59	78	3
Vitamin B2 (mg)	1.6 (0.6)	1.5* (0.6)	-0.1 (0.5)	0.63	0.67	0.64	79	1
Vitamin B3 (mg)	16.6 (7.3)	15.7* (6.7)	-0.9 (5.8)	0.66	0.58	0.65	80	1
Vitamin B5 (mg)	5.2 (1.9)	4.9* (1.8)	-0.3 (1.6)	0.62	0.62	0.64	79	2
Vitamin B6 (mg)	1.7 (0.7)	1.6* (0.6)	-0.1 (0.5)	0.63	0.59	0.64	79	2
Vitamin B9 (µg)	356.8 (142.8)	334.1* (126.9)	-22.7 (111.0)	0.64	0.69	0.66	78	1
Vitamin B12 (µg)	6.9 (4.9)	6.4* (3.8)	-0.5 (3.7)	0.69	0.62	0.64	80	0

Means and cross-classification were computed on crudes variables. All variables were log transformed before computing Pearson correlation coefficients, to improve normality.

¹Energy adjustment according to the residual method.

² Spearman correlation coefficients were performed because normality was not respected.

*Significantly different from the value of the SFFeQ1, according to Wilcoxon signed rank tests.

The statistical tests provided *p*-values <0.05 for each Pearson correlation coefficient.

DISCUSSION

The present study investigated the validity and reproducibility of a new SFFeQ, in a sample of adults. This SFFeQ was designed to estimate accurately energy intake and rank participants according to their dietary and nutrient intakes. The overall results indicate acceptable relative validity (for nutrient intakes, median correlation coefficient =0.51 and median proportion of subjects classified in the same or adjacent quintiles by the SFFeQ2 and the 24-hour recalls = 66%) and good reproducibility (for nutrient intakes, median correlation coefficient = 0.65 and median proportion of subjects classified in the same or adjacent quintiles =79%). Our tool demonstrated an acceptable ability to rank participants for most nutrients and food groups making it sufficiently informative to evaluate associations with health outcomes and adjust for nutritional intake in epidemiological and clinical studies^(6,41). It can also be used to derive dietary patterns using collected food data.

Our SFFeQ was composed of 50 items, of which 44 were used to obtain nutritional data. In their review, Cade et al. reported that the number of items in FFQs published between 1980 and 1999 ranged from 3 to 350 items⁽⁴²⁾, with the median being 79 items. However, according to Willett⁽⁶⁾, there is a rapidly decreasing marginal gain in information obtained with increasingly detailed questionnaires. Considering the validity and reproducibility of our SFFeQ, it appears that the 44 items chosen were sufficient to assess overall diet and describe major food and nutrient intakes. The remaining 6 items of the online SFFeQ will help to provide meaningful insights as they could be used for qualitative studies or to stratify statistical analyses according to eating habits such as meals frequency, socialization during meals or source of food supplies.

Validity

To assess diet, no gold standard exists and when selecting a reference method to validate a tool, errors of both methods need to be as independent as possible⁽⁴³⁾. Even if correlated errors related to memory, perception of serving sizes and social desirability exist between FFQs and 24-hour recalls, multiple 24-hour recalls have often been considered as the best reference method⁽⁴⁴⁾. Here, to study the SFFQ validity, 3 to 6 24-hour recalls were used as the reference method.

**ANNEXE 10 : Article 5 en révision au *Journal of Medical Internet Research*
« Online assessment of the usual diet: a validity and reproducibility study of a new short
food frequency questionnaire in an adult population »**

Our study showed good validity for food (range: 0.09-0.88) and nutrients (range: 0.02-0.68) and our results were comparable to other studies^(13,21,31,32,43,45-49). In the NIH-AARP study, validity coefficients for energy-adjusted nutrients ranged from 0.36 to 0.76⁽⁴³⁾.

For macronutrients, unadjusted correlation coefficients ranged from 0.47 to 0.57 in our study. Similar results were previously obtained for online FFQs (range: 0.06-0.68)^(21,45,47), SFFQs (range: 0.22-0.53)^(13,48,49) and FFQs developed for adults (range :0.29-0.61)^(31,32,46).

For validation studies, it has been suggested that correlation coefficients should be ≥ 0.3 preferably over 0.4 and optimally in the range of 0.5-0.7^(6,42,50). A total of only 8 food groups out of 40 and 9 nutrients out of 34 had correlation coefficients lower than 0.3 in our study.

For food groups, the lowest correlations were found for foods which are not consumed regularly such as 'offal', 'whole-grain pasta, rice and wheat', 'legumes' and 'sunflower oil, groundnut oil'. Such findings on rarely consumed foods have been previously reported⁽³¹⁻³³⁾. Low correlation coefficients were also observed for mixed items such as the 'sweet snacks, chocolate and viennoiseries' item. Due to the number of foods included in these groups, consumption may be difficult to estimate. Finally, a low correlation coefficient was observed for the 'potatoes and other tubers' item. The estimation of its consumption may have been difficult due to the high consumption of mixed dishes including potatoes in France.

Underestimation of water during the 24-hour recall has previously been reported⁽³³⁾ arguing that even if its consumption is systematically asked, it is easily forgotten.

Due to social desirability^(41,51), food groups such as 'alcoholic beverages' and 'fruit', may have been under- and overestimated respectively, in the questionnaire. Over-reporting of fruit and vegetable intake by subjects seeking social approval is a common bias⁽⁵²⁾. As previously reported^(53,54), CC were lower for vegetables than for fruit. According to Wakai⁽⁵⁴⁾, it may be partly due to the fact that frequency of fruit consumption is easier to report than vegetables because fruit are more often consumed as raw foods whereas vegetables are more frequently part of cooked dishes and therefore not integrally recalled. Furthermore, fruit is frequently consumed as a single food item and comes in natural or typical units, whereas vegetables are often sliced or cut which makes them more difficult to quantify⁽⁵³⁾.

All macronutrients had correlation coefficients in the range of 0.5-0.7. The highest correlation coefficient was observed for alcohol (unadjusted CC of 0.77). The lowest coefficient was observed for sodium (de-attenuated energy adjusted CC of 0.02). As reported in the pilot study

(validation study of the paper version of SFFQ among patients with chronic kidney disease^(Affret et al., BMC Nephro)), even though a question about extra-salt added after food preparation was asked in the specific part of the questionnaire, it was still difficult to estimate its intake. However, when looking at individuals ranking, 64% of participants were classified in the same or adjacent quintile in terms of sodium intakes when comparing sodium intakes with the SFFQ and the 24-hour recalls.

After adjustment for energy some CC were increased and other were decreased. According to Willett⁽⁵⁵⁾, the energy adjustment can increase the correlation coefficients when the variability of nutrient intake is related to energy intake, or it can decrease when the variability of the nutrient is subject to systematic errors of under or overestimation of reported food consumption

Despite some differences in estimations in both foods and nutrients by the questionnaire, agreement in classification was comparable to what other studies have shown⁽⁵⁶⁾ or slightly lower than showed in other studies^(13,31). Our results were close to the recommended 70%⁽⁵⁷⁾. The highest misclassification was observed for retinol (18% of misclassified subjects). One of the main sources of retinol is offal, which was rarely consumed and whose consumption was probably difficult to evaluate with only 3 to 6 24-hour recalls.

Reproducibility

Our study showed acceptable reproducibility for most food (range: 0.33-0.72) and nutrients (range: 0.55-0.73). Our findings were comparable to prior reported correlation coefficients for reproducibility^(24,46,58).

An important factor influencing reproducibility is the time period between the two questionnaires. We adopted a one-year time interval which is long but frequently used and reported as acceptable^(42,59,60). However, we cannot exclude that some dietary changes occurred during the period. The reproducibility observed here may therefore be lower than the true value.

As previously reported in the literature, a slight decrease in food and nutrient intakes was observed between SFFeQ1 and SFFeQ2^(15,24,31,61,62). Due to the completion of the 24-hour recalls and the SFFeQ1, a learning effect may explain this trend⁽⁶³⁾. In favor with this hypothesis, several

authors found the second FFQ, which indicated reduced nutrient intake, was more valid than the first when compared to 24-hour recalls^(31,62,64).

According to a review, correlation coefficients of 0.5 to 0.7 between two administrations are commonly reported⁽⁴²⁾. In our study, 75% and 100% of the food groups and nutrients studied had correlation coefficients ≥ 0.5 . No food group had correlation coefficient lower than 0.3.

Agreement in classification was very good (median of 80% and 79% for food and nutrient intakes respectively). For all nutrient intakes 74% to 94% of participants were classified in the same or adjacent quintile.

Strengths and limitations

The current work has some limitations. People involved in the current study were volunteers. They may be more health-conscious, pay more attention to their diet than the average population and therefore provide more accurate responses to questionnaires. However, subjects participating in observational epidemiological or clinical studies that are likely to use this tool in the future are also volunteers.

Our work also has several strengths. The tool we developed was easy to complete and not time consuming. The implementation of photographs helped the participants to estimate the amounts of food consumed. It has previously been shown that the use of photographs improves the ability to report the true quantity of dietary intakes⁽⁶⁵⁾.

A total of 92 participants were included in our study. It is higher than the reported number in recent studies^(21,66,67).

Here, we present validity results for the online SFFQ in a sample of adults. A paper version of the SFFQ has previously been validated in a sample of patients with chronic kidney disease^(Affret et al., BMC Nephro) and further validity studies will now be conducted in specific population subgroups (such as adolescents or cancer survivors for instance). One of the main strengths of the consortium work is that we will have a unique tool (due to the shared 40 items in the first part of the SFFQ), useful for the comparison between several population groups.

We validated a web-based version of the SFFQ which provides valuable insights: it enables an interactive interface for participants and improves the quality of answers directly including cutoff values and messages of alert in case of inconsistent, abnormal or missing data.

Conclusions

For most food groups and nutrients, the SFFeQ showed acceptable validity and reproducibility in a sample of adults. It appears to be valid to rank individuals based on their food and nutrient intakes and can now be used in large-scale epidemiological studies as well as in clinical routine to easily and quickly assess diet. Developing an evidence-based smartphone app from the SFFeQ is the next step. This type of tool may further be used to monitor patient nutrient intakes and provide them instantaneous feedbacks and nutritional recommendations about their diet.

Acknowledgements

Ethics approval and consent to participate

This study was conducted according to the guidelines laid down in the Declaration of Helsinki and all procedures involving human subjects were approved by the French National Commission for Computerized Data and Individual Freedom (CNIL). All participants signed a letter of informed consent to allow their data to be stored, as required by the CNIL.

Consent for publication

Not applicable

Availability of data and materials

The datasets used and/or analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Sources of funding

This present work was supported by a grant from the French Research Institute in Public Health (IReSP) and the French multi-organism thematic Institutes in Public Health (ITMO Santé Publique). AA is supported by a doctoral grant from the French National Cancer Institute. GF is supported by the French Research Agency (ANR, Agence Nationale de la Recherche) via an “Investissement d’Avenir” grant (investment for the future grant, ANR-10-COHO-0006) that supports the E4N study.

The IReSP, ITMO Santé Publique and ANR had no role in the design, analysis or writing of this article.

Authors' contributions

AA, DEF, CD, EC, M-CB-R and GF contributed to the data collection; AA and GF formulated the research questions, designed the research. DEF performed the statistical analysis. AA performed primary manuscript preparation; AA wrote the paper. M-CB-R has primary responsibility for the final content; and DEF, CD, EC and GF reviewed the paper and revised it critically. All authors read and approved the final manuscript.

Acknowledgments

The authors are grateful to all participants for providing the data used in this validity and reproducibility study.

We thank Maryvonne Niravong and Françoise Clavel-Chapelon for their advices and contribution.

Conflicts of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

Multimedia Appendix

Multimedia Appendix 1: Extract from the SFFeQ

a) French and original version

Votre alimentation

*Obligatoire

11. Pizzas, lasagnes, quiches et pâtisseries salées



À chaque fois que vous avez consommé un de ces aliments, en quelle quantité l'avez-vous consommé en moyenne ? *

Merci de vous référer aux photos ci-après

Moins que la portion représentée sur les photos 1

La portion représentée sur les photos 1

La portion représentée sur les photos 2

La portion représentée sur les photos 3

Plus que la portion représentée sur les photos 3



1

2


3

b) Version translated in English

Your diet

* mandatory

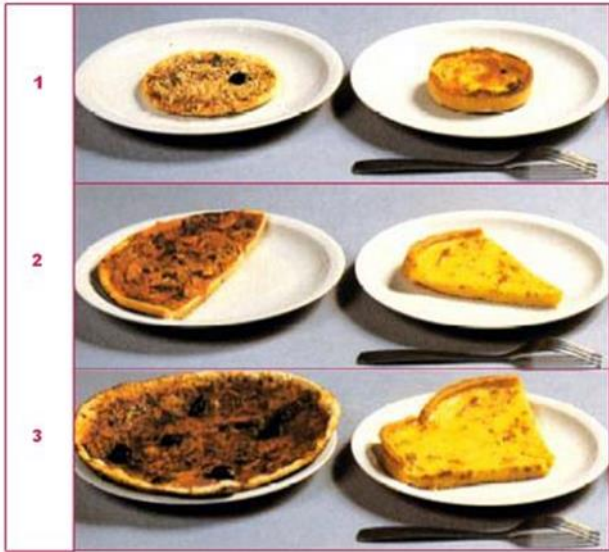
11. Pizza, lasagna, quiche, salted pies, roll, croque-monsieur



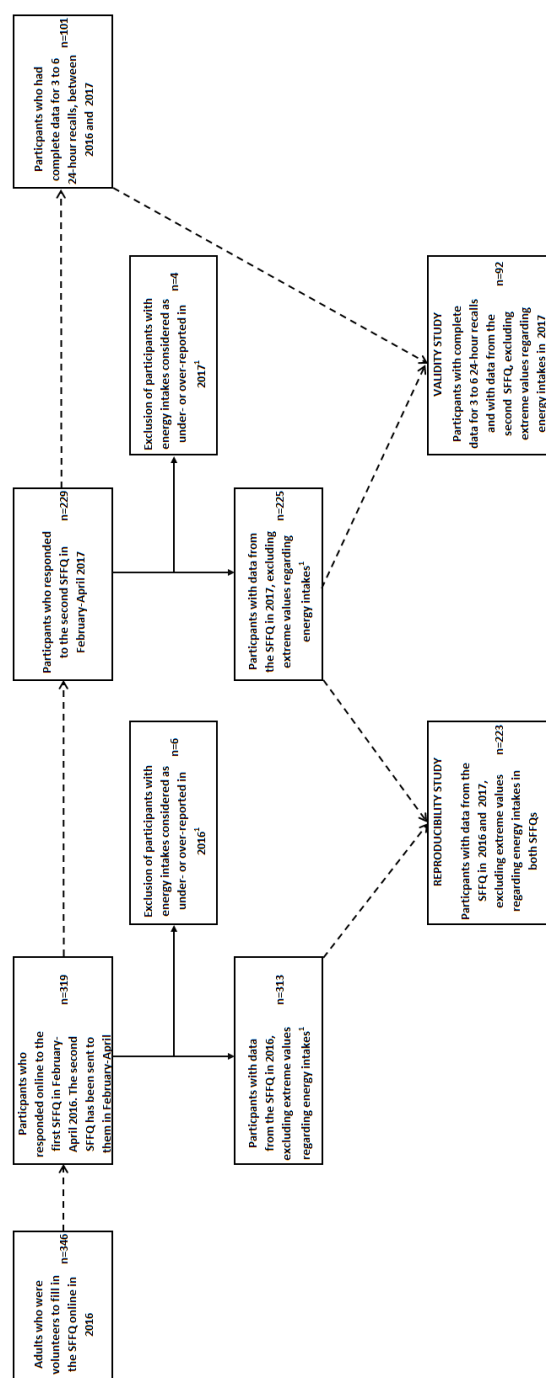
During last year, each time you ate these foods, in which quantity did you usually eat it ? *

Please, use the following photos to estimate the corresponding quantity

Less than photos 1 portion size
 Photos 1 portion size
 Photos 2 portion size
 Photos 3 portion size
 More than photos 3 portion size



Supplementary file 1: Flow diagram



¹ Participants who under- or over- reported energy intake in one of the SFQs were excluded: they were in the top and bottom 1% of the energy intake to energy requirement ratio distribution. Energy requirement was calculated as follows: Basal Metabolic Rate (BMR)* Physical Activity Level (the cutoff value of 1.55 was chosen). BMR was computed on the basis of gender, age, height and weight, using the Schofield formula.

ANNEXE 10 : Article 5 en révision au *Journal of Medical Internet Research*
« Online assessment of the usual diet: a validity and reproducibility study of a new short food frequency questionnaire in an adult population »

Supplementary file 2: SFFQ items used to obtain nutritional data (n=44).

- 40 food group items were included in the first part of the questionnaire (NB: The first part of the questionnaire will be used to assess overall diet in different population subgroups included in the consortium):

1- Whole-grain bread and substitutes	21- Milk
2- White bread and substitutes	22- Yoghurt, fromage blanc, cottage cheese
3- Breakfast cereals	23- Cream dessert
4- Whole-grain pasta, rice and wheat	24- Cheese
5- White pasta, rice and wheat	25- Butter, sour cream
6- Legumes	26- Margarine, mayonnaise
7- French fries and other fried tubers	27- Olive oil
8- Potatoes and other tubers (not fried)	28- Rapeseed oil, walnut oil, mixed oil
9- Cooked vegetables	29- Sunflower oil, groundnut oil
10- Raw vegetables	30- Salty snacks
11- Pizza, lasagna and quiche	31- Sweet cakes and snacks, chocolate and pastries
12- Sandwiches, burgers and kebabs	32- Fruit
13- Fish fingers/ breaded meat	33- Water
14- Sausages and other processed meat	34- Coffee
15- Poultry/rabbit	35- Tea and herb teas
16- Meat	36- Fruit juice
17- Offal	37- Sweet beverages
18- Eggs	38- Artificially-sweetened beverages
19- Fish	39- Wine
20- Seafood (excluding fish)	40- Other alcoholic beverages

- 4 questions were included into the second part of the questionnaire:

- 1- How often do you add extra-salt? (Always, Really often, Quite often, Rarely, Never)
- 2- How often do you add sugar or any sweetener to your hot drinks? Do you usually use? i) sugar, ii) honey, iii) stevia, iv) any other sweetener.

❖ 2 questions provided more detailed information on some food group items asked in the first part of the questionnaire. Study participants were asked to score their relative consumption frequency for each single food within the group. Four answer categories were allowed: never or seldom, every now and then, regularly, very often.

3- Participants were asked to score their relative consumption frequency of oily and white fish.

4- Participants were asked to score their relative consumption frequency of soft drinks.

References

1. WHO (World Health Organization) (2017) <http://www.who.int/nutrition/en/>.
2. Dietary Guidelines Advisory Committee (2015) Scientific Advisory Report of the 2015 Dietary Guidelines Advisory Committee to the Secretary of Health and Human Services and the Secretary of Agriculture: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington D.C.; 2015.
3. WCRF / AICR (2009) *Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective*.
4. Satija A, Yu E, Willett WC, *et al.* (2015) Understanding nutritional epidemiology and its role in policy. *Adv Nutr* 6, 5-18.
5. Subar AF, Kushi LH, Lerman JL, *et al.* (2017) Invited Commentary: The Contribution to the Field of Nutritional Epidemiology of the Landmark 1985 Publication by Willett *et al.* *Am J Epidemiol* 185, 1124-1129.
6. Willett WC (1998) *Nutritional Epidemiology*, New York, Oxford University Press ed., vol. New York, Oxford University Press.
7. Shim JS, Oh K & Kim HC (2014) Dietary assessment methods in epidemiologic studies. *Epidemiol Health* 36, e2014009.
8. Clavel-Chapelon F, van Liere MJ, Giubout C, *et al.* (1997) E3N, a French cohort study on cancer risk factors. E3N Group. Etude Epidemiologique aupres de femmes de l'Education Nationale. *Eur J Cancer Prev* 6, 473-478.
9. Clavel-Chapelon F (2015) Cohort Profile: The French E3N Cohort Study. *Int J Epidemiol* 44, 801-809.
10. Stengel B, Combe C, Jacquelinet C, *et al.* (2016) [The French Chronic Kidney Disease-Renal Epidemiology and Information Network (CKD-REIN) cohort study: To better understand chronic kidney disease]. *Nephrol Ther* 12 Suppl 1, S49-S56.
11. Montagni I, Guichard E, Carpenet C, *et al.* (2015) Screen time exposure and reporting of headaches in young adults: A cross-sectional study. *Cephalalgia*.
12. Vandentorren S, Bois C, Pirus C, *et al.* (2009) Rationales, design and recruitment for the Elfe longitudinal study. *BMC Pediatr* 9, 58.
13. Vercambre MN, Boutron-Ruault MC, Niravong M, *et al.* (2009) Performance of a short dietary questionnaire to assess nutrient intake using regression-based weights. *Public Health Nutr* 12, 547-552.
14. Giovannelli J, Dallongeville J, Wagner A, *et al.* (2014) Validation of a short, qualitative food frequency questionnaire in French adults participating in the MONA LISA-NUT study 2005-2007. *J Acad Nutr Diet* 114, 552-561.
15. Barrat E, Aubineau N, Maillot M, *et al.* (2012) Repeatability and relative validity of a quantitative food-frequency questionnaire among French adults. *Food Nutr Res* 56.
16. Beliard S, Coudert M, Valero R, *et al.* (2012) Validation of a short food frequency questionnaire to evaluate nutritional lifestyles in hypercholesterolemic patients. *Ann Endocrinol (Paris)* 73, 523-529.

**ANNEXE 10 : Article 5 en révision au *Journal of Medical Internet Research*
« Online assessment of the usual diet: a validity and reproducibility study of a new short
food frequency questionnaire in an adult population »**

17. Laviolle B, Froger-Bompas C, Guillo P, *et al.* (2005) Relative validity and reproducibility of a 14-item semi-quantitative food frequency questionnaire for cardiovascular prevention. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 12, 587-595.
18. Benedik E, Korousic SB, Simcic M, *et al.* (2014) Comparison of paper- and web-based dietary records: a pilot study. *Ann Nutr Metab* 64, 156-166.
19. Illner AK, Freisling H, Boeing H, *et al.* (2012) Review and evaluation of innovative technologies for measuring diet in nutritional epidemiology. *Int J Epidemiol* 41, 1187-1203.
20. Arab L, Tseng CH, Ang A, *et al.* (2011) Validity of a multipass, web-based, 24-hour self-administered recall for assessment of total energy intake in blacks and whites. *Am J Epidemiol* 174, 1256-1265.
21. Bentzen SM, Knudsen VK, Christensen T, *et al.* (2016) Relative validity of a web-based food frequency questionnaire for patients with type 1 and type 2 diabetes in Denmark. *Nutr Diabetes* 6, e232.
22. Carter MC, Albar SA, Morris MA, *et al.* (2015) Development of a UK Online 24-h Dietary Assessment Tool: myfood24. *Nutrients* 7, 4016-4032.
23. Forster H, Fallaize R, Gallagher C, *et al.* (2014) Online dietary intake estimation: the Food4Me food frequency questionnaire. *J Med Internet Res* 16, e150.
24. Labonte ME, Cyr A, Baril-Gravel L, *et al.* (2012) Validity and reproducibility of a web-based, self-administered food frequency questionnaire. *Eur J Clin Nutr* 66, 166-173.
25. Subar AF, Kirkpatrick SI, Mittl B, *et al.* (2012) The Automated Self-Administered 24-hour dietary recall (ASA24): a resource for researchers, clinicians, and educators from the National Cancer Institute. *J Acad Nutr Diet* 112, 1134-1137.
26. Kipnis V, Midthune D, Freedman L, *et al.* (2002) Bias in dietary-report instruments and its implications for nutritional epidemiology. *Public Health Nutr* 5, 915-923.
27. Cottet V, Touvier M, Fournier A, *et al.* (2009) Postmenopausal breast cancer risk and dietary patterns in the E3N-EPIC prospective cohort study. *Am J Epidemiol* 170, 1257-1267.
28. FAO/WHO/ONU (1985) *Report of a Joint Expert Consultation. Energy and Protein Requirements. Geneva, WHO Technical Report.*
29. Schofield WN (1985) Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr* 39 Suppl 1, 5-41.
30. Bonifacj C, Gerber M, Scali J, *et al.* (1997) Comparison of dietary assessment methods in a southern French population: use of weighed records, estimated-diet records and a food-frequency questionnaire. *Eur J Clin Nutr* 51, 217-231.
31. Deschamps V, de Lauzon-Guillain B, Lafay L, *et al.* (2009) Reproducibility and relative validity of a food-frequency questionnaire among French adults and adolescents. *Eur J Clin Nutr* 63, 282-291.
32. Kesse-Guyot E, Castetbon K, Touvier M, *et al.* (2010) Relative validity and reproducibility of a food frequency questionnaire designed for French adults. *Ann Nutr Metab* 57, 153-162.
33. van Liere MJ, Lucas F, Clavel F, *et al.* (1997) Relative validity and reproducibility of a French dietary history questionnaire. *Int J Epidemiol* 26 Suppl 1, S128-S136.
34. AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments) (2009) *INCA2 - Etude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires 2* - <https://www.anses.fr/fr/system/files/PASER-Ra-INCA2.pdf>.

35. Lucas F, Niravong M, Villemainot S, *et al.* (1995) Estimation of food portion size using photographs: Relative validity, strengths, weaknesses and recommendations. *J Hum Nutr Diet* 8, 65-74.
36. ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire- alimentation et (2016) <https://pro.anses.fr/TableCIQUAL/index.htm>.
37. Rosner B & Willett WC (1988) Interval estimates for correlation coefficients corrected for within-person variation: implications for study design and hypothesis testing. *Am J Epidemiol* 127, 377-386.
38. Bland JM & Altman DG (1986) Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1, 307-310.
39. Bland JM & Altman DG (2012) Agreed statistics: measurement method comparison. *Anesthesiology* 116, 182-185.
40. Douglas G & Altman (1990) *Practical statistics for medical research. Chap 14- p 396-403.*
41. Hebert JR, Hurley TG, Steck SE, *et al.* (2014) Considering the value of dietary assessment data in informing nutrition-related health policy. *Adv Nutr* 5, 447-455.
42. Cade J, Thompson R, Burley V, *et al.* (2002) Development, validation and utilisation of food-frequency questionnaires - a review. *Public Health Nutr* 5, 567-587.
43. Willett WC, Sampson L, Stampfer MJ, *et al.* (1985) Reproducibility and validity of a semiquantitative food frequency questionnaire. *Am J Epidemiol* 122, 51-65.
44. Freedman LS, Schatzkin A, Midthune D, *et al.* (2011) Dealing with dietary measurement error in nutritional cohort studies. *J Natl Cancer Inst* 103, 1086-1092.
45. Apovian CM, Murphy MC, Cullum-Dugan D, *et al.* (2010) Validation of a web-based dietary questionnaire designed for the DASH (dietary approaches to stop hypertension) diet: the DASH online questionnaire. *Public Health Nutr* 13, 615-622.
46. Bassett JK, English DR, Fahey MT, *et al.* (2016) Validity and calibration of the FFQ used in the Melbourne Collaborative Cohort Study. *Public Health Nutr* 19, 2357-2368.
47. Christensen SE, Moller E, Bonn SE, *et al.* (2013) Two new meal- and web-based interactive food frequency questionnaires: validation of energy and macronutrient intake. *J Med Internet Res* 15, e109.
48. Mannato LW, Pereira TS, Velasquez-Melendez G, *et al.* (2015) Comparison of a short version of the Food Frequency Questionnaire with its long version--a cross-sectional analysis in the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). *Sao Paulo Med J* 133, 414-420.
49. Verger EO, Armstrong P, Nielsen T, *et al.* (2016) Dietary Assessment in the MetaCardis Study: Development and Relative Validity of an Online Food Frequency Questionnaire. *J Acad Nutr Diet.*
50. Masson LF, McNeill G, Tomany JO, *et al.* (2003) Statistical approaches for assessing the relative validity of a food-frequency questionnaire: use of correlation coefficients and the kappa statistic. *Public Health Nutr* 6, 313-321.
51. Hebert JR, Ma Y, Clemow L, *et al.* (1997) Gender differences in social desirability and social approval bias in dietary self-report. *Am J Epidemiol* 146, 1046-1055.
52. Hebert JR, Clemow L, Pbert L, *et al.* (1995) Social desirability bias in dietary self-report may compromise the validity of dietary intake measures. *Int J Epidemiol* 24, 389-398.

**ANNEXE 10 : Article 5 en révision au *Journal of Medical Internet Research*
« Online assessment of the usual diet: a validity and reproducibility study of a new short
food frequency questionnaire in an adult population »**

53. De KW, Dekkers A, Van V, V, *et al.* (2013) Relative validity of a short qualitative food frequency questionnaire for use in food consumption surveys. *Eur J Public Health* 23, 737-742.
54. Wakai K (2009) A review of food frequency questionnaires developed and validated in Japan. *J Epidemiol* 19, 1-11.
55. Willett WC, Howe GR & Kushi LH (1997) Adjustment for total energy intake in epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr* 65, 1220S-1228S.
56. Sluik D, Geelen A, de Vries JH, *et al.* (2016) A national FFQ for the Netherlands (the FFQ-NL 1.0): validation of a comprehensive FFQ for adults. *Br J Nutr* 116, 913-923.
57. Pietinen P, Hartman AM, Haapa E, *et al.* (1988) Reproducibility and validity of dietary assessment instruments. II. A qualitative food frequency questionnaire. *Am J Epidemiol* 128, 667-676.
58. Cantin J, Latour E, Ferland-Verry R, *et al.* (2016) Validity and reproducibility of a food frequency questionnaire focused on the Mediterranean diet for the Quebec population. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 26, 154-161.
59. Kaaks R, Slimani N & Riboli E (1997) Pilot phase studies on the accuracy of dietary intake measurements in the EPIC project: overall evaluation of results. European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Int J Epidemiol* 26 Suppl 1, S26-S36.
60. Molag ML, de Vries JH, Ocke MC, *et al.* (2007) Design characteristics of food frequency questionnaires in relation to their validity. *Am J Epidemiol* 166, 1468-1478.
61. Fernandez-Ballart JD, Pinol JL, Zazpe I, *et al.* (2010) Relative validity of a semi-quantitative food-frequency questionnaire in an elderly Mediterranean population of Spain. *Br J Nutr* 103, 1808-1816.
62. Marques-Vidal P, Ross A, Wynn E, *et al.* (2011) Reproducibility and relative validity of a food-frequency questionnaire for French-speaking Swiss adults. *Food Nutr Res* 55.
63. Wong SS, Boushey CJ, Novotny R, *et al.* (2008) Evaluation of a computerized food frequency questionnaire to estimate calcium intake of Asian, Hispanic, and non-Hispanic white youth. *J Am Diet Assoc* 108, 539-543.
64. Malekshah AF, Kimiagar M, Saadatian-Elahi M, *et al.* (2006) Validity and reliability of a new food frequency questionnaire compared to 24 h recalls and biochemical measurements: pilot phase of Golestan cohort study of esophageal cancer. *Eur J Clin Nutr* 60, 971-977.
65. Liu X, Wang X, Lin S, *et al.* (2015) Reproducibility and Validity of a Food Frequency Questionnaire for Assessing Dietary Consumption via the Dietary Pattern Method in a Chinese Rural Population. *PLoS One* 10, e0134627.
66. Buscemi S, Rosafio G, Vasto S, *et al.* (2015) Validation of a food frequency questionnaire for use in Italian adults living in Sicily. *Int J Food Sci Nutr* 66, 426-438.
67. Fallaize R, Forster H, Macready AL, *et al.* (2014) Online dietary intake estimation: reproducibility and validity of the Food4Me food frequency questionnaire against a 4-day weighed food record. *J Med Internet Res* 16, e190.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) WCRF / AICR. Cancer prevention & survival. Summary of global evidence on diet, weight, physical activity & what increases or decreases your risk of cancer. 2016.
- (2) Aziz NM. Cancer survivorship research: challenge and opportunity. *J Nutr* 2002;132:3494S-3503S.
- (3) Harrop JP, Dean JA, Paskett ED. Cancer survivorship research: a review of the literature and summary of current NCI-designated cancer center projects. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2011;20:2042-2047.
- (4) Potvin L., Moquet M.-J., Jones C.(sous la dir.). *Réduire les inégalités sociales en santé. Saint-Denis : INPES, coll. Santé en action, 2010 : 380 p.* 2010.
- (5) Hercberg S, Chat-Yung S, Chaulia M. The French National Nutrition and Health Program: 2001-2006-2010. *Int J Public Health* 2008;53:68-77.
- (6) Last JM. *Dictionnaire d'épidémiologie: enrichi d'un lexique anglais/français.* Acton-Vale: Edisem ed. 2004.
- (7) OMS (Organisation Mondiale de la Santé). Obésité et surpoids. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/fr/> (Accessed in October 2017) Aide-mémoire N°311. Juin 2016.
- (8) Omran AR. The epidemiologic transition. A theory of the epidemiology of population change. *Milbank Mem Fund Q* 1971;49:509-538.
- (9) Popkin BM. The nutrition transition in low-income countries: an emerging crisis. *Nutr Rev* 1994;52:285-298.
- (10) Caldwell JC. Population health in transition. *Bull World Health Organ* 2001;79:159-160.
- (11) Gaylin DS, Kates J. Refocusing the lens: epidemiologic transition theory, mortality differentials, and the AIDS pandemic. *Soc Sci Med* 1997;44:609-621.
- (12) Barouaca H, Rguibi M. Barouaca Het al. Nutrition transition in developing countries. *BIOSANTE*,2012;10:10-15. 2012.
- (13) Maire B, Lioret S, Gartner A, Delpeuch F. [Nutritional transition and non-communicable diet-related chronic diseases in developing countries]. *Sante* 2002;12:45-55.
- (14) ANSES. Etude individuelle nationale des consommations alimentaires 3. Rapport d'expertise collective.<https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2014SA0234Ra.pdf>. (Accessed in October 2017), 2017.
- (15) OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economique). L'obésité et l'économie de la prévention: objectif santé. Indicateurs-clés, France. 2014.
- (16) ANSES. <https://www.anses.fr/fr/content/les-%C3%A9tudes-inca>. (Accessed in October 2017).
- (17) Unité de surveillance et d'épidémiologie nutritionnelle. Étude nationale nutrition santé (ENNS, 2006) – Situation nutritionnelle en France en 2006 selon les indicateurs d'objectif et les repères du Programme national nutrition santé (PNNS). Institut de veille sanitaire, Université de Paris 13, Conservatoire national des arts et métiers, 2007. 74 p. Disponible sur www.invs.sante.fr. (Accessed in October 2017).
- (18) INPES. <http://inpes.santepubliquefrance.fr/Barometres/index.asp>. (Accessed in October 2017).
- (19) Santé Publique France. Etude Esteban.<http://invs.santepubliquefrance.fr/Dossiers-thematiques/Environnement-et-sante/Esteban/L-etude-et-ses-objectifs>. (Accessed in October 2017).
- (20) AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments). INCA2 - Etude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires 2 - <https://www.anses.fr/fr/system/files/PASER-Ra-INCA2.pdf>. (Accessed in October 2017), 2009.
- (21) Nichèle V, Andrieu E, Boizot-Szantai C, Caillavet F, Darmon N. L'évolution des achats alimentaires: 30 ans d'enquêtes de ménages en France. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 43, 123-30. 2008.

- (22) 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;110:848-856.
- (23) Escalon H., Bossard C, Beck F. dir. Baromètre santé nutrition 2008. Saint-Denis, coll. Baromètres santé, 2009 : 424 p.
- (24) Larochette B, Sanchez-Gonzalez. Cinquante ans de consommation alimentaire: une croissance modérée, mais de profonds changements. 2015.
- (25) Caillavet F, Darmon N, Létaille F, Nichèle V. Is nutritional quality of food purchases improving? 1969-2010: 40 years of household consumption surveys in France. *Eur J Clin Nutr*. In press.
- (26) OMS (Organisation Mondiale de la Santé). *Comblent le fossé en une génération : instaurer l'équité en santé en agissant sur les déterminants sociaux de la santé : rapport final de la Commission des Déterminants Sociaux de la Santé*. 2008.
- (27) de GR, Menvielle G, Costa G et al. Long-term trends of inequalities in mortality in 6 European countries. *Int J Public Health* 2017;62:127-141.
- (28) Mackenbach JP, Kulhanova I, Artnik B et al. Changes in mortality inequalities over two decades: register based study of European countries. *BMJ* 2016;353:i1732.
- (29) Maki N, Martikainen P, Eikemo T et al. Educational differences in disability-free life expectancy: a comparative study of long-standing activity limitation in eight European countries. *Soc Sci Med* 2013;94:1-8.
- (30) Cambois E, Jusot F. Contribution of lifelong adverse experiences to social health inequalities: findings from a population survey in France. *Eur J Public Health* 2011;21:667-673.
- (31) CAMBOIS E, LABORDE C, ROBINE JM. La « double peine » des ouvriers : plus d'années d'incapacité au sein d'une vie plus courte. *Population et Sociétés* 2008, 441 : 1-4.
- (32) Whitehead M, Dahlgren G. Concepts and principles for tackling social inequities in health: levelling up part 1. WHO Collaborating Center for policy research on social determinants of health (ed.). WHO Europe, 2006.
- (33) WHO. <http://www.who.int/> (Accessed in October 2017).
- (34) Marmot M. Fair society, healthy lives : the Marmot Review : strategic review of health inequalities in England post-2010. ISBN 9780956487001. 2010.
- (35) Booth SL, Sallis JF, Ritenbaugh C et al. Environmental and societal factors affect food choice and physical activity: rationale, influences, and leverage points. *Nutr Rev* 2001;59:S21-S39.
- (36) ObEpi 2012. Enquête épidémiologique nationale sur le surpoids et l'obésité . 2012.
- (37) INSERM. Inégalités sociales de santé en lien avec l'alimentation et l'activité physique. Collection Expertise collective, Inserm, Paris, 2014.
- (38) Chauvin P, Caillavet F, Cardon P, Grillo F, Lesieur S, Lhuissier A et al. ALISIRS. Les inégalités sociales et territoriales des pratiques alimentaires, de l'obésité et de l'insécurité alimentaire dans l'agglomération parisienne en 2010. 2012.
- (39) Perrin AE, Dallongeville J, Ducimetiere P et al. Interactions between traditional regional determinants and socio-economic status on dietary patterns in a sample of French men. *Br J Nutr* 2005;93:109-114.
- (40) Darmon N, Drewnowski A. Contribution of food prices and diet cost to socioeconomic disparities in diet quality and health: a systematic review and analysis. *Nutr Rev* 2015;73:643-660.
- (41) Caillavet F., Lecogne C, Nichèle V. La consommation alimentaire : des inégalités persistantes mais qui se réduisent. In Cinquante ans de consommation en France, Références INSEE, Paris: 49-62. 2009.
- (42) INSEE. Enquête Budget de famille - Insee Résultats- Les dépenses des ménages en 2006- Insee Résultats – No 73. Paru le : 30/03/2009.

- (43) Darmon N, Ferguson EL, Briend A. Impact of a cost constraint on nutritionally adequate food choices for French women: an analysis by linear programming. *J Nutr Educ Behav* 2006;38:82-90.
- (44) Andreeva VA, Alles B, Feron G et al. Sex-Specific Sociodemographic Correlates of Dietary Patterns in a Large Sample of French Elderly Individuals. *Nutrients* 2016;8.
- (45) Kesse-Guyot E, Bertrais S, Peneau S et al. Dietary patterns and their sociodemographic and behavioural correlates in French middle-aged adults from the SU.VI.MAX cohort. *Eur J Clin Nutr* 2009;63:521-528.
- (46) Larrieu S, Letenneur L, Berr C et al. Sociodemographic differences in dietary habits in a population-based sample of elderly subjects: the 3C study. *J Nutr Health Aging* 2004;8:497-502.
- (47) Perrin AE, Dallongeville J, Ducimetiere P et al. Interactions between traditional regional determinants and socio-economic status on dietary patterns in a sample of French men. *Br J Nutr* 2005;93:109-114.
- (48) Casey R, Chaix B, Weber C et al. Spatial accessibility to physical activity facilities and to food outlets and overweight in French youth. *Int J Obes (Lond)* 2012;36:914-919.
- (49) Liberatos P, Link BG, Kelsey JL. The measurement of social class in epidemiology. *Epidemiol Rev* 1988;10:87-121.
- (50) Darmon N, Drewnowski A. Does social class predict diet quality? *Am J Clin Nutr* 2008;87:1107-1117.
- (51) Boizot-Szantai C, Etilé F. Le prix des aliments et la distribution de l'Indice de Masse Corporelle des Français. *Revue Economique*, 2009, 60 (2) : 413-439.
- (52) Trichopoulou A, Soukara S, Vasilopoulou E. Traditional foods: a science and society perspective. *Trends in Food Science & Technology*. Volume 18, Issue 8, August 2007, Pages 420-427. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.03.007>.
- (53) Kesse E, Boutron-Ruault MC, Clavel-Chapelon F. Regional dietary habits of French women born between 1925 and 1950. *Eur J Nutr* 2005;44:285-292.
- (54) Wyndels K, Dallongeville J, Simon C et al. Regional factors interact with educational and income tax levels to influence food intake in France. *Eur J Clin Nutr* 2011;65:1067-1075.
- (55) Giskes K, Avendano M, Brug J, Kunst AE. A systematic review of studies on socioeconomic inequalities in dietary intakes associated with weight gain and overweight/obesity conducted among European adults. *Obes Rev* 2010;11:413-429.
- (56) Hare-Bruun H, Togo P, Andersen LB, Heitmann BL. Adult food intake patterns are related to adult and childhood socioeconomic status. *J Nutr* 2011;141:928-934.
- (57) Pechey R, Jebb SA, Kelly MP et al. Socioeconomic differences in purchases of more vs. less healthy foods and beverages: analysis of over 25,000 British households in 2010. *Soc Sci Med* 2013;92:22-26.
- (58) Whichelow MJ, Prevost AT. Dietary patterns and their associations with demographic, lifestyle and health variables in a random sample of British adults. *Br J Nutr* 1996;76:17-30.
- (59) NIH/NCI. Dietary Assessment Primer. <https://dietassessmentprimer.cancer.gov/profiles/>. (Accessed in October 2017).
- (60) Naska A, Lagiou A, Lagiou P. Dietary assessment methods in epidemiological research: current state of the art and future prospects. *F1000Res* 2017;6:926.
- (61) Shim JS, Oh K, Kim HC. Dietary assessment methods in epidemiologic studies. *Epidemiol Health* 2014;36:e2014009.
- (62) Beaton GH. Approaches to analysis of dietary data: relationship between planned analyses and choice of methodology. *Am J Clin Nutr* 1994;59:253S-261S.

- (63) Australian Child & Obesity Research Network. Food and Nutrition stream. <http://www.acaorn.org.au/streams/nutrition/assessment-methods/index.php> (Accessed in October 2017).
- (64) Cottet V, Touvier M, Fournier A et al. Postmenopausal breast cancer risk and dietary patterns in the E3N-EPIC prospective cohort study. *Am J Epidemiol* 2009;170:1257-1267.
- (65) Harris HR, Willett WC, Vaidya RL, Michels KB. An Adolescent and Early Adulthood Dietary Pattern Associated with Inflammation and the Incidence of Breast Cancer. *Cancer Res* 2017;77:1179-1187.
- (66) Moskal A, Pisa PT, Ferrari P et al. Nutrient patterns and their food sources in an International Study Setting: report from the EPIC study. *PLoS One* 2014;9:e98647.
- (67) Cade JE, Burley VJ, Warm DL, Thompson RL, Margetts BM. Food-frequency questionnaires: a review of their design, validation and utilisation. *Nutr Res Rev* 2004;17:5-22.
- (68) Molag ML, de Vries JH, Ocke MC et al. Design characteristics of food frequency questionnaires in relation to their validity. *Am J Epidemiol* 2007;166:1468-1478.
- (69) Perez RC, Aranceta J, Salvador G, Varela-Moreiras G. Food frequency questionnaires. *Nutr Hosp* 2015;31 Suppl 3:49-56.
- (70) Wise A, Birrell NM. Design and analysis of food frequency questionnaires--review and novel method. *Int J Food Sci Nutr* 2002;53:273-279.
- (71) Rutishauser IH. Dietary intake measurements. *Public Health Nutr* 2005;8:1100-1107.
- (72) Jenab M, Slimani N, Bictash M, Ferrari P, Bingham SA. Biomarkers in nutritional epidemiology: applications, needs and new horizons. *Hum Genet* 2009;125:507-525.
- (73) Corella D, Ordovas JM. Biomarkers: background, classification and guidelines for applications in nutritional epidemiology. *Nutr Hosp* 2015;31 Suppl 3:177-188.
- (74) Ocke MC, Kaaks RJ. Biochemical markers as additional measurements in dietary validity studies: application of the method of triads with examples from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Am J Clin Nutr* 1997;65:1240S-1245S.
- (75) Kaaks RJ. Biochemical markers as additional measurements in studies of the accuracy of dietary questionnaire measurements: conceptual issues. *Am J Clin Nutr* 1997;65:1232S-1239S.
- (76) Verger EO, Armstrong P, Nielsen T et al. Dietary Assessment in the MetaCardis Study: Development and Relative Validity of an Online Food Frequency Questionnaire. *J Acad Nutr Diet* 2016.
- (77) Lassale C, Castetbon K, Laporte F et al. Validation of a Web-based, self-administered, non-consecutive-day dietary record tool against urinary biomarkers. *Br J Nutr* 2015;113:953-962.
- (78) Timon CM, van den Barg R, Blain RJ et al. A review of the design and validation of web- and computer-based 24-h dietary recall tools. *Nutr Res Rev* 2016;29:268-280.
- (79) Conrad J, Nothlings U. Innovative approaches to estimate individual usual dietary intake in large-scale epidemiological studies. *Proc Nutr Soc* 2017;1-7.
- (80) Kerr DA, Pollard CM, Howat P et al. Connecting Health and Technology (CHAT): protocol of a randomized controlled trial to improve nutrition behaviours using mobile devices and tailored text messaging in young adults. *BMC Public Health* 2012;12:477.
- (81) Clavel-Chapelon F, van Liere MJ, Giubout C et al. E3N, a French cohort study on cancer risk factors. E3N Group. Etude Epidemiologique aupres de femmes de l'Education Nationale. *Eur J Cancer Prev* 1997;6:473-478.
- (82) Clavel-Chapelon F. Cohort Profile: The French E3N Cohort Study. *Int J Epidemiol* 2015;44:801-809.

- (83) Stengel B, Combe C, Jacquelinet C et al. [The French Chronic Kidney Disease-Renal Epidemiology and Information Network (CKD-REIN) cohort study: To better understand chronic kidney disease]. *Nephrol Ther* 2016;12 Suppl 1:S49-S56.
- (84) Montagni I, Guichard E, Carpenet C, Tzourio C, Kurth T. Screen time exposure and reporting of headaches in young adults: A cross-sectional study. *Cephalalgia* 2015.
- (85) Vandentorren S, Bois C, Pirus C, Sarter H, Salines G, Leridon H. Rationales, design and recruitment for the Elfe longitudinal study. *BMC Pediatr* 2009;9:58.
- (86) Barrat E, Aubineau N, Maillot M et al. Repeatability and relative validity of a quantitative food-frequency questionnaire among French adults. *Food Nutr Res* 2012;56.
- (87) Giovannelli J, Dallongeville J, Wagner A et al. Validation of a short, qualitative food frequency questionnaire in French adults participating in the MONA LISA-NUT study 2005-2007. *J Acad Nutr Diet* 2014;14:552-561.
- (88) Vercambre MN, Boutron-Ruault MC, Niravong M, Berr C, Clavel-Chapelon F, Ragusa S. Performance of a short dietary questionnaire to assess nutrient intake using regression-based weights. *Public Health Nutr* 2009;12:547-552.
- (89) Beliard S, Coudert M, Valero R et al. Validation of a short food frequency questionnaire to evaluate nutritional lifestyles in hypercholesterolemic patients. *Ann Endocrinol (Paris)* 2012;73:523-529.
- (90) Laviolle B, Froger-Bompas C, Guillo P et al. Relative validity and reproducibility of a 14-item semi-quantitative food frequency questionnaire for cardiovascular prevention. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2005;12:587-595.
- (91) Biro G, Hulshof KF, Ovesen L, Amorim Cruz JA. Selection of methodology to assess food intake. *Eur J Clin Nutr* 2002;56 Suppl 2:S25-S32.
- (92) Lassale C, Gunter MJ, Romaguera D et al. Diet Quality Scores and Prediction of All-Cause, Cardiovascular and Cancer Mortality in a Pan-European Cohort Study. *PLoS One* 2016;11:e0159025.
- (93) Liese AD, Krebs-Smith SM, Subar AF et al. The Dietary Patterns Methods Project: synthesis of findings across cohorts and relevance to dietary guidance. *J Nutr* 2015;145:393-402.
- (94) Hu FB. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol* 2002;13:3-9.
- (95) Rosely Sichieri, Denise C.Coitinho, Josefina B.Monteiro, Walmir F.Coutinho. Recomendações de Alimentação e Nutrição Saudável para a População Brasileira. *Arq Bras Endocrinol Metab vol 44 no 3 São Paulo* 2000.
- (96) Waijers PM, Feskens EJ, Ocke MC. A critical review of predefined diet quality scores. *Br J Nutr* 2007;97:219-231.
- (97) Arvaniti F, Panagiotakos DB. Healthy indexes in public health practice and research: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2008;48:317-327.
- (98) Newby PK, Tucker KL. Empirically derived eating patterns using factor or cluster analysis: a review. *Nutr Rev* 2004;62:177-203.
- (99) Trichopoulos D, Lagiou P. Dietary patterns and mortality. *Br J Nutr* 2001;85:133-134.
- (100) Kennedy ET, Ohls J, Carlson S, Fleming K. The Healthy Eating Index: design and applications. *J Am Diet Assoc* 1995;95:1103-1108.
- (101) Haines PS, Siega-Riz AM, Popkin BM. The Diet Quality Index revised: a measurement instrument for populations. *J Am Diet Assoc* 1999;99:697-704.
- (102) Vergnaud AC, Romaguera D, Peeters PH et al. Adherence to the World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research guidelines and risk of death in Europe: results from the European Prospective Investigation into Nutrition and Cancer cohort study1,4. *Am J Clin Nutr* 2013;97:1107-1120.
- (103) Trichopoulou A, Costacou T, Bamia C, Trichopoulos D. Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *N Engl J Med* 2003;348:2599-2608.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (104) Estaquio C, Castetbon K, Kesse-Guyot E et al. The French National Nutrition and Health Program score is associated with nutritional status and risk of major chronic diseases. *J Nutr* 2008;138:946-953.
- (105) Estaquio C, Kesse-Guyot E, Deschamps V et al. Adherence to the French Programme National Nutrition Sante Guideline Score is associated with better nutrient intake and nutritional status. *J Am Diet Assoc* 2009;109:1031-1041.
- (106) Baena RR, Salinas HP. Diet and cancer: risk factors and epidemiological evidence. *Maturitas* 2014;77:202-208.
- (107) Verberne L, Bach-Faig A, Buckland G, Serra-Majem L. Association between the Mediterranean diet and cancer risk: a review of observational studies. *Nutr Cancer* 2010;62:860-870.
- (108) Albuquerque RC, Baltar VT, Marchioni DM. Breast cancer and dietary patterns: a systematic review. *Nutr Rev* 2014;72:1-17.
- (109) Cancer Research UK. <http://www.cancerresearchuk.org/about-cancer/what-is-cancer>. (Accessed in October 2017).
- (110) Institut National du Cancer. <http://www.e-cancer.fr/>. (Accessed in October 2017).
- (111) Ferlay J, Soerjomataram I, Dikshit R et al. Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. *Int J Cancer* 2015;136:E359-E386.
- (112) Merletti F, Galassi C, Spadea T. The socioeconomic determinants of cancer. *Environ Health* 2011;10 Suppl 1:S7.
- (113) Institut National du Cancer. Les cancers en France en 2015. L'essentiel des faits et chiffres. Edition 2015.
- (114) INVS. Estimation de l'incidence et de la mortalité par cancer en France de 1980 à 2005. Disponible sur le site <http://invs.sante.fr>. (Accessed in October 2017). 2008.
- (115) Binder-Foucard F, Bossard N, Delafosse P, Belot A, Woronoff AS, Remontet L. Cancer incidence and mortality in France over the 1980-2012 period: solid tumors. *Rev Epidemiol Sante Publique* 2014;62:95-108.
- (116) Glass AG, Lacey JV, Jr., Carreon JD, Hoover RN. Breast cancer incidence, 1980-2006: combined roles of menopausal hormone therapy, screening mammography, and estrogen receptor status. *J Natl Cancer Inst* 2007;99:1152-1161.
- (117) Institut National du Cancer. Les cancers en France. Edition 2015.
- (118) Institut National du Cancer. Estimation nationale de l'incidence et de la mortalité par cancer en France entre 1980 et 2012. Partie 1- Tumeurs solides. 2013.
- (119) WCRF / AICR. Continuous Update Project Report. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Breast Cancer. 2010.
- (120) Brennan SF, Cantwell MM, Cardwell CR, Velentzis LS, Woodside JV. Dietary patterns and breast cancer risk: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2010;91:1294-1302.
- (121) Edefonti V, Randi G, La VC, Ferraroni M, Decarli A. Dietary patterns and breast cancer: a review with focus on methodological issues. *Nutr Rev* 2009;67:297-314.
- (122) Potter J, Brown L, Williams RL, Byles J, Collins CE. Diet Quality and Cancer Outcomes in Adults: A Systematic Review of Epidemiological Studies. *Int J Mol Sci* 2016;17.
- (123) WCRF / AICR. Continuous Update Project Report. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Breast Cancer. 2010.
- (124) IARC. IARC Handbooks of Cancer Prevention, Vol. 6: *Weight Control and Physical Activity*. In: IARC, ed. Lyon: 2002.
- (125) WCRF / AICR. Breast Cancer 2010 Report. Food, Nutrition, Physical Activity and the Prevention of Breast Cancer. Washington: AICR, 2010.
- (126) Dossus L, Boutron-Ruault MC, Kaaks R et al. Active and passive cigarette smoking and breast cancer risk: results from the EPIC cohort. *Int J Cancer* 2014;134:1871-1888.

- (127) Gaudet MM, Gapstur SM, Sun J, Diver WR, Hannan LM, Thun MJ. Active smoking and breast cancer risk: original cohort data and meta-analysis. *J Natl Cancer Inst* 2013;105:515-525.
- (128) Yang Y, Zhang F, Skrip L, Wang Y, Liu S. Lack of an association between passive smoking and incidence of female breast cancer in non-smokers: evidence from 10 prospective cohort studies. *PLoS One* 2013;8:e77029.
- (129) Coglianò VJ, Baan R, Straif K et al. Preventable exposures associated with human cancers. *J Natl Cancer Inst* 2011;103:1827-1839.
- (130) Key TJ, Verkasalo PK, Banks E. Epidemiology of breast cancer. *Lancet Oncol* 2001;2:133-140.
- (131) IARC. World Cancer Report 2014. Lyon, France; 2014.
- (132) Menarche, menopause, and breast cancer risk: individual participant meta-analysis, including 118 964 women with breast cancer from 117 epidemiological studies. *Lancet Oncol* 2012;13:1141-1151.
- (133) Breast cancer and hormonal contraceptives: collaborative reanalysis of individual data on 53 297 women with breast cancer and 100 239 women without breast cancer from 54 epidemiological studies. *Lancet* 1996;347:1713-1727.
- (134) Gierisch JM, Coeytaux RR, Urrutia RP et al. Oral contraceptive use and risk of breast, cervical, colorectal, and endometrial cancers: a systematic review. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2013;22:1931-1943.
- (135) Breast cancer and breastfeeding: collaborative reanalysis of individual data from 47 epidemiological studies in 30 countries, including 50302 women with breast cancer and 96973 women without the disease. *Lancet* 2002;360:187-195.
- (136) Albrektsen G, Heuch I, Hansen S, Kvale G. Breast cancer risk by age at birth, time since birth and time intervals between births: exploring interaction effects. *Br J Cancer* 2005;92:167-175.
- (137) IARC. Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. A review of human carcinogens. Part A : Pharmaceuticals. Lyon: 2012.
- (138) Fournier A, Mesrine S, Dossus L, Boutron-Ruault MC, Clavel-Chapelon F, Chabbert-Buffet N. Risk of breast cancer after stopping menopausal hormone therapy in the E3N cohort. *Breast Cancer Res Treat* 2014;145:535-543.
- (139) Binder-Foucard F BADPRLWA-SBN. Estimation nationale de l'incidence et de la mortalité par cancer en France entre 1980 et 2012. Partie 1 - Tumeurs solides. Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire ; 2013. 122 p.
- (140) Antoniou A, Pharoah PD, Narod S et al. Average risks of breast and ovarian cancer associated with BRCA1 or BRCA2 mutations detected in case Series unselected for family history: a combined analysis of 22 studies. *Am J Hum Genet* 2003;72:1117-1130.
- (141) Antoni S, Sasco AJ, dos SS, I, McCormack V. Is mammographic density differentially associated with breast cancer according to receptor status? A meta-analysis. *Breast Cancer Res Treat* 2013;137:337-347.
- (142) Boyd NF, Guo H, Martin LJ et al. Mammographic density and the risk and detection of breast cancer. *N Engl J Med* 2007;356:227-236.
- (143) Santen RJ, Mansel R. Benign breast disorders. *N Engl J Med* 2005;353:275-285.
- (144) Dyrstad SW, Yan Y, Fowler AM, Colditz GA. Breast cancer risk associated with benign breast disease: systematic review and meta-analysis. *Breast Cancer Res Treat* 2015;149:569-575.
- (145) Mayne ST, Playdon MC, Rock CL. Diet, nutrition, and cancer: past, present and future. *Nat Rev Clin Oncol* 2016;13:504-515.
- (146) Ross SA. Evidence for the relationship between diet and cancer. *Exp Oncol* 2010;32:137-142.
- (147) Magalhaes B, Peleteiro B, Lunet N. Dietary patterns and colorectal cancer: systematic review and meta-analysis. *Eur J Cancer Prev* 2012;21:15-23.

- (148) IARC. Attributable Causes of Cancer in France in the Year 2000, IARC Working Group Reports Volume 3, IARC 2007, p29. 2007.
- (149) Le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), L'Académie de Médecine, L'académie des Sciences, La Fédération Nationale des Centres de Lutte contre le Cancer. Les causes du Cancer en France. 2007.
- (150) IARC. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans IARC Monographs, Volume 100 (E). 2012.
- (151) NACRe. Revue systématique de la littérature sur les facteurs nutritionnels et risque de seconds cancers primitifs. 2010.
- (152) Institut National du Cancer. Identifier et prévenir les risques de second cancer primitif chez l'adulte. 2013.
- (153) Day GL, Blot WJ, Shore RE et al. Second cancers following oral and pharyngeal cancers: role of tobacco and alcohol. *J Natl Cancer Inst* 1994;86:131-137.
- (154) Druesne-Pecollo N, Keita Y, Touvier M et al. Alcohol drinking and second primary cancer risk in patients with upper aerodigestive tract cancers: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2014;23:324-331.
- (155) Druesne-Pecollo N, Touvier M, Barrandon E et al. Excess body weight and second primary cancer risk after breast cancer: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Breast Cancer Res Treat* 2012;135:647-654.
- (156) Ibrahim EM, Al-Homaidh A. Physical activity and survival after breast cancer diagnosis: meta-analysis of published studies. *Med Oncol* 2011;28:753-765.
- (157) Schmid D, Leitzmann MF. Association between physical activity and mortality among breast cancer and colorectal cancer survivors: a systematic review and meta-analysis. *Ann Oncol* 2014;25:1293-1311.
- (158) Leclerc A, Kaminski M, Lang T. Inégaux face à la santé: Du constat à l'action. Editions La Découverte. 2008.
- (159) Bryere J, Dejardin O, Bouvier V et al. Socioeconomic environment and cancer incidence: a French population-based study in Normandy. *BMC Cancer* 2014;14:87.
- (160) Menvielle G, Luce D, Geoffroy-Perez B, Chastang JF, Leclerc A. Social inequalities and cancer mortality in France, 1975-1990. *Cancer Causes Control* 2005;16:501-513.
- (161) Menvielle G, Leclerc A, Chastang JF, Luce D. Social inequalities in breast cancer mortality among French women: disappearing educational disparities from 1968 to 1996. *Br J Cancer* 2006;94:152-155.
- (162) Lundqvist A, Andersson E, Ahlberg I, Nilbert M, Gerdtham U. Socioeconomic inequalities in breast cancer incidence and mortality in Europe-a systematic review and meta-analysis. *Eur J Public Health* 2016;26:804-813.
- (163) Kogevinas M, Porta M. Socioeconomic differences in cancer survival: a review of the evidence. *IARC Sci Publ* 1997;177-206.
- (164) Devaux M. Income-related inequalities and inequities in health care services utilisation in 18 selected OECD countries. *Eur J Health Econ* 2015;16:21-33.
- (165) Prouvost H, Poirier G. "Influence des facteurs socioéconomiques sur le recours au dépistage du cancer chez les femmes du Nord-Pas-de-Calais: résultats de l'enquête décennale Santé 2002", Bulletin épidémiologique hebdomadaire, 2-3, p. 17-20. 2007.
- (166) Baudier F, Michaud C, Gautier A, Guilbert P. "Le dépistage du cancer du sein en France: pratiques et évolution des habitudes dans la population des femmes de 18 à 75 ans, Baromètre santé 2004-2005", Bulletin épidémiologique hebdomadaire, 17, p.142-144. 2007.
- (167) Vohra J, Marmot MG, Bauld L, Hiatt RA. Socioeconomic position in childhood and cancer in adulthood: a rapid-review. *J Epidemiol Community Health* 2016;70:629-634.
- (168) Smith BT, Smith PM, Harper S, Manuel DG, Mustard CA. Reducing social inequalities in health: the role of simulation modelling in chronic disease epidemiology to evaluate

- the impact of population health interventions. *J Epidemiol Community Health* 2014;68:384-389.
- (169) Stronks, Toebes B, Hendriks A, Ikram U, Venkatapuram S. Social justice and human rights as a framework for addressing social determinants of health. Final report of the Task group on Equity, Equality and Human Rights. Review of social determinants of health and the health divide in the WHO European Region. 2016.
- (170) WHO Regional office for Europe. Promoting health and reducing health inequities by addressing the social determinants of health. 2011.
- (171) Dahlgren G, Whitehead M. European strategies for tackling social inequities in health: Levelling up Part 2. 2006.
- (172) Riboli E, Kaaks R. The EPIC Project: rationale and study design. European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Int J Epidemiol* 1997;26 Suppl 1:S6-14.
- (173) Institut de veille sanitaire. Etude nationale nutrition santé ENNS. 2006.
- (174) Buckland G, Agudo A, Lujan L et al. Adherence to a Mediterranean diet and risk of gastric adenocarcinoma within the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) cohort study. *Am J Clin Nutr* 2010;91:381-390.
- (175) Buckland G, Ros MM, Roswall N et al. Adherence to the Mediterranean diet and risk of bladder cancer in the EPIC cohort study. *Int J Cancer* 2014;134:2504-2511.
- (176) van Liere MJ, Lucas F, Clavel F, Slimani N, Villemainot S. Relative validity and reproducibility of a French dietary history questionnaire. *Int J Epidemiol* 1997;26 Suppl 1:S128-S136.
- (177) Jacobsen BK, Bonna KH. The reproducibility of dietary data from a self-administered questionnaire. The Tromso Study. *Int J Epidemiol* 1990;19:349-353.
- (178) Nomura A, Hankin JH, Rhoads GG. The reproducibility of dietary intake data in a prospective study of gastrointestinal cancer. *Am J Clin Nutr* 1976;29:1432-1436.
- (179) Salvini S, Hunter DJ, Sampson L et al. Food-based validation of a dietary questionnaire: the effects of week-to-week variation in food consumption. *Int J Epidemiol* 1989;18:858-867.
- (180) Rimm EB, Giovannucci EL, Stampfer MJ, Colditz GA, Litin LB, Willett WC. Reproducibility and validity of an expanded self-administered semiquantitative food frequency questionnaire among male health professionals. *Am J Epidemiol* 1992;135:1114-1126.
- (181) Lucas F, Niravong M, Villemainot S, Kaaks R, Clavel-Chapelon F. Estimation of food portion size using photographs: Relative validity, strengths, weaknesses and recommendations. *J Hum Nutr Diet* 1995;8:65-74.
- (182) Kaaks R, Riboli E, van SW. Calibration of dietary intake measurements in prospective cohort studies. *Am J Epidemiol* 1995;142:548-556.
- (183) ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire- alimentation et. <https://pro.anses.fr/TableCIQUAL/index.htm>. (Accessed in October 2017).
- (184) Bonifacj C, Gerber M, Scali J, Daures JP. Comparison of dietary assessment methods in a southern French population: use of weighed records, estimated-diet records and a food-frequency questionnaire. *Eur J Clin Nutr* 1997;51:217-231.
- (185) Deschamps V, de Lauzon-Guillain B, Lafay L, Borys JM, Charles MA, Romon M. Reproducibility and relative validity of a food-frequency questionnaire among French adults and adolescents. *Eur J Clin Nutr* 2009;63:282-291.
- (186) Kesse-Guyot E, Castetbon K, Touvier M, Hercberg S, Galan P. Relative validity and reproducibility of a food frequency questionnaire designed for French adults. *Ann Nutr Metab* 2010;57:153-162.
- (187) Willett WC. *Nutritional Epidemiology*. New York, Oxford University Press ed. 1998.
- (188) Kipnis V, Midthune D, Freedman L et al. Bias in dietary-report instruments and its implications for nutritional epidemiology. *Public Health Nutr* 2002;5:915-923.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (189) Chesnais J-C. La population des bacheliers en France. Estimation et projection jusqu'en 1995. In: *Population*, 30^e année, n°3, 1975. pp. 527-550.
- (190) Bulletin de INSEE résultats. Emploi-revenus. *Les salaires des agents de l'état en 1991 et 1992*. 1994.
- (191) Bulletin de INSEE résultats. Emploi-revenus. *Les salaires dans l'industrie, le commerce et les services en 1992*. 1995.
- (192) INSEE (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques). <http://www.insee.fr/>. (Accessed in October 2017).
- (193) Rey G, Jouglu E, Fouillet A, Hemon D. Ecological association between a deprivation index and mortality in France over the period 1. *BMC Public Health* 2009;9:33.
- (194) ObEpi Roche 2009. Enquête épidémiologique nationale sur le surpoids et l'obésité. 2009.
- (195) Hill C, Laplanche A. Histoire de la consommation de tabac en France. Documentation Française 2003.
- (196) Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:S498-S504.
- (197) Tehard B, Friedenreich CM, Oppert JM, Clavel-Chapelon F. Effect of physical activity on women at increased risk of breast cancer: results from the E3N cohort study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2006;15:57-64.
- (198) Ferrari P, Slimani N, Ciampi A et al. Evaluation of under- and overreporting of energy intake in the 24-hour diet recalls in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *Public Health Nutr* 2002;5:1329-1345.
- (199) Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr* 1985;39 Suppl 1:5-41.
- (200) Lanza ST, Collins LM, Lemmon DR, Schafer JL. PROC LCA: A SAS Procedure for Latent Class Analysis. *Struct Equ Modeling* 2007;14:671-694.
- (201) Bouyer J, Hémon D, Cordier S et al. *Epidémiologie. Principes et méthodes quantitatives*. 2000.
- (202) Rosner B, Willett WC. Interval estimates for correlation coefficients corrected for within-person variation: implications for study design and hypothesis testing. *Am J Epidemiol* 1988;127:377-386.
- (203) Braveman PA, Cubbin C, Egerter S et al. Socioeconomic status in health research: one size does not fit all. *JAMA* 2005;294:2879-2888.
- (204) 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;57:488-493.
- (205) Turrell G, Hewitt B, Patterson C, Oldenburg B. Measuring socio-economic position in dietary research: is choice of socio-economic indicator important? *Public Health Nutr* 2003;6:191-200.
- (206) Galobardes B, Lynch J, Smith GD. Measuring socioeconomic position in health research. *Br Med Bull* 2007;81-82:21-37.
- (207) Roos G, Johansson L, Kasmel A, Klumbiene J, Prattala R. Disparities in vegetable and fruit consumption: European cases from the north to the south. *Public Health Nutr* 2001;4:35-43.
- (208) Vlismas K, Stavrinou V, Panagiotakos DB. Socio-economic status, dietary habits and health-related outcomes in various parts of the world: a review. *Cent Eur J Public Health* 2009;17:55-63.
- (209) Bertin M, Touvier M, Dubuisson C et al. Dietary patterns of French adults: associations with demographic, socio-economic and behavioural factors. *J Hum Nutr Diet* 2016;29:241-254.
- (210) Galobardes B, Morabia A, Bernstein MS. Diet and socioeconomic position: does the use of different indicators matter? *Int J Epidemiol* 2001;30:334-340.

- (211) Zarnowiecki D, Ball K, Parletta N, Dollman J. Describing socioeconomic gradients in children's diets - does the socioeconomic indicator used matter? *Int J Behav Nutr Phys Act* 2014;11:44.
- (212) Bamia C, Orfanos P, Ferrari P et al. Dietary patterns among older Europeans: the EPIC-Elderly study. *Br J Nutr* 2005;94:100-113.
- (213) Dubuisson C, Lioret S, Touvier M et al. Trends in food and nutritional intakes of French adults from 1999 to 2007: results from the INCA surveys. *Br J Nutr* 2010;103:1035-1048.
- (214) Fillol F, Dubuisson C, Lafay L et al. Accounting for the multidimensional nature of the relationship between adult obesity and socio-economic status: the French second National Individual Survey on Food Consumption (INCA 2) dietary survey (2006-07). *Br J Nutr* 2011;106:1602-1608.
- (215) Cummins S, Macintyre S. Food environments and obesity--neighbourhood or nation? *Int J Epidemiol* 2006;35:100-104.
- (216) Eisenhauer E. In poor health: supermarket redlining and urban nutrition. *GeoJournal* 2001;53:125-133.
- (217) Wrigley N, Warm D, Margett B. Deprivation, diet and food retail access: findings from the Leeds 'food deserts' study. *Environ Plan A* 2003;35:151-188.
- (218) Laraia BA, Siega-Riz AM, Kaufman JS, Jones SJ. Proximity of supermarkets is positively associated with diet quality index for pregnancy. *Prev Med* 2004;39:869-875.
- (219) Mackenbach JD, Burgoine T, Lakerveld J et al. Accessibility and Affordability of Supermarkets: Associations With the DASH Diet. *Am J Prev Med* 2017;53:55-62.
- (220) Moore LV, Diez Roux AV, Nettleton JA, Jacobs DR, Jr. Associations of the local food environment with diet quality--a comparison of assessments based on surveys and geographic information systems: the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Am J Epidemiol* 2008;167:917-924.
- (221) Aggarwal A, Cook AJ, Jiao J et al. Access to supermarkets and fruit and vegetable consumption. *Am J Public Health* 2014;104:917-923.
- (222) Keane A, Cullinan J, Perry C.P. et al. Dietary quality in children and the role of the local food environment. *SSM - Population Health* 2016;2:770-777.
- (223) Macintyre S. Deprivation amplification revisited; or, is it always true that poorer places have poorer access to resources for healthy diets and physical activity? *Int J Behav Nutr Phys Act* 2007;4:32.
- (224) Estaquio C, Druesne-Pecollo N, Latino-Martel P, Dauchet L, Hercberg S, Bertrais S. Socioeconomic differences in fruit and vegetable consumption among middle-aged French adults: adherence to the 5 A Day recommendation. *J Am Diet Assoc* 2008;108:2021-2030.
- (225) Macdiarmid J, Blundell J. Assessing dietary intake: Who, what and why of under-reporting. *Nutr Res Rev* 1998;11:231-253.
- (226) Plessz M, Gueguen A, Goldberg M, Czernichow S, Zins M. Ageing, retirement and changes in vegetable consumption in France: findings from the prospective GAZEL cohort. *Br J Nutr* 2015;114:979-987.
- (227) Elstgeest LE, Mishra GD, Dobson AJ. Transitions in living arrangements are associated with changes in dietary patterns in young women. *J Nutr* 2012;142:1561-1567.
- (228) Livingstone MB, Black AE. Markers of the validity of reported energy intake. *J Nutr* 2003;133 Suppl 3:895S-920S.
- (229) Hirko KA, Lajous M, Ortiz-Panozo E et al. Socioeconomic position and markers of adiposity among female teachers in Mexico. *J Epidemiol Community Health* 2017.
- (230) Lajous M, Ortiz-Panozo E, Monge A et al. Cohort Profile: The Mexican Teachers' Cohort (MTC). *Int J Epidemiol* 2017;46:e10.
- (231) Dietary Guidelines Advisory Committee. Scientific Advisory Report of the 2015 Dietary Guidelines Advisory Committee to the Secretary of Health and Human Services and the

- Secretary of Agriculture: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington D.C.; 2015.
- (232) Martinez-Gonzalez MA, Martin-Calvo N. The major European dietary patterns and metabolic syndrome. *Rev Endocr Metab Disord* 2013;14:265-271.
- (233) Keshteli AH, Feizi A, Esmailzadeh A et al. Patterns of dietary behaviours identified by latent class analysis are associated with chronic uninvestigated dyspepsia. *Br J Nutr* 2015;113:803-812.
- (234) Pereira S, Katzmarzyk PT, Gomes TN et al. Profiling physical activity, diet, screen and sleep habits in portuguese children. *Nutrients* 2015;7:4345-4362.
- (235) Saneei P, Esmailzadeh A, Keshteli AH, Feizi A, Feinle-Bisset C, Adibi P. Patterns of dietary habits in relation to obesity in Iranian adults. *Eur J Nutr* 2015.
- (236) Harrington JM, Dahly DL, Fitzgerald AP, Gilthorpe MS, Perry IJ. Capturing changes in dietary patterns among older adults: a latent class analysis of an ageing Irish cohort. *Public Health Nutr* 2014;17:2674-2686.
- (237) Padmadas SS, Dias JG, Willekens FJ. Disentangling women's responses on complex dietary intake patterns from an Indian cross-sectional survey: a latent class analysis. *Public Health Nutr* 2006;9:204-211.
- (238) Sotres-Alvarez D, Herring AH, Siega-Riz AM. Latent class analysis is useful to classify pregnant women into dietary patterns. *J Nutr* 2010;140:2253-2259.
- (239) Sotres-Alvarez D, Siega-Riz AM, Herring AH et al. Maternal dietary patterns are associated with risk of neural tube and congenital heart defects. *Am J Epidemiol* 2013;177:1279-1288.
- (240) Torgersen L, Ystrom E, Siega-Riz AM et al. Maternal eating disorder and infant diet. A latent class analysis based on the Norwegian Mother and Child Cohort Study (MoBa). *Appetite* 2015;84:291-298.
- (241) Bazzano LA, He J, Ogden LG et al. Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease in US adults: the first National Health and Nutrition Examination Survey Epidemiologic Follow-up Study. *Am J Clin Nutr* 2002;76:93-99.
- (242) Boffetta P, Couto E, Wichmann J et al. Fruit and vegetable intake and overall cancer risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *J Natl Cancer Inst* 2010;102:529-537.
- (243) Harding AH, Wareham NJ, Bingham SA et al. Plasma vitamin C level, fruit and vegetable consumption, and the risk of new-onset type 2 diabetes mellitus: the European prospective investigation of cancer--Norfolk prospective study. *Arch Intern Med* 2008;168:1493-1499.
- (244) Ledoux TA, Hingle MD, Baranowski T. Relationship of fruit and vegetable intake with adiposity: a systematic review. *Obes Rev* 2011;12:e143-e150.
- (245) Liu RH. Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *Am J Clin Nutr* 2003;78:517S-520S.
- (246) Van Duyn MA, Pivonka E. Overview of the health benefits of fruit and vegetable consumption for the dietetics professional: selected literature. *J Am Diet Assoc* 2000;100:1511-1521.
- (247) WCRF / AICR. *Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective*. 2009.
- (248) World Health Organization. *Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases*. 2003.
- (249) Direccion nacional de promocion de la salud y control de enfermedades no transmisibles. Ministerio de Salud A. Mensajes y gráfica de las Guías Alimentarias para la Población Argentina. <http://www.msal.gob.ar/ent/index.php/informacion-para-ciudadanos/menos-sal--vida/482-mensajes-y-grafica-de-las-guias-alimentarias-para-la-poblacion-argentina>. (Accessed in October 2017).

- (250) National Cancer Institute. 5 A Day for Better Health Program Evaluation Report. Executive Summary. http://cancercontrol.cancer.gov/5ad_exec.html. (Accessed in October 2017).
- (251) NHS Choices. 5 A DAY: what counts? - Live Well.<http://www.nhs.uk/Livewell/5ADAY/Pages/Whatcounts.aspx>. (Accessed in October 2017).
- (252) Kypridemos C, O'Flaherty M, Capewell S. Fruit and vegetable consumption and non-communicable disease: time to update the '5 a day' message? *J Epidemiol Community Health* 2014;68:799-800.
- (253) Tohill BC, Seymour J, Serdula M, Kettel-Khan L, Rolls BJ. What epidemiologic studies tell us about the relationship between fruit and vegetable consumption and body weight. *Nutr Rev* 2004;62:365-374.
- (254) Aune D, Giovannucci E, Boffetta P et al. Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality-a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Int J Epidemiol* 2017.
- (255) Hung HC, Joshipura KJ, Jiang R et al. Fruit and vegetable intake and risk of major chronic disease. *J Natl Cancer Inst* 2004;96:1577-1584.
- (256) Bradbury KE, Appleby PN, Key TJ. Fruit, vegetable, and fiber intake in relation to cancer risk: findings from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *Am J Clin Nutr* 2014;100 Suppl 1:394S-398S.
- (257) Wang X, Ouyang Y, Liu J et al. Fruit and vegetable consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ* 2014;349:g4490.
- (258) Block G, Patterson B, Subar A. Fruit, vegetables, and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence. *Nutr Cancer* 1992;18:1-29.
- (259) Irala-Estevez JD, Groth M, Johansson L, Oltersdorf U, Prattala R, Martinez-Gonzalez MA. A systematic review of socio-economic differences in food habits in Europe: consumption of fruit and vegetables. *Eur J Clin Nutr* 2000;54:706-714.
- (260) Kamphuis CB, Giskes K, de Bruijn GJ, Wendel-Vos W, Brug J, van Lenthe FJ. Environmental determinants of fruit and vegetable consumption among adults: a systematic review. *Br J Nutr* 2006;96:620-635.
- (261) Pechey R, Monsivais P, Ng YL, Marteau TM. Why don't poor men eat fruit? Socioeconomic differences in motivations for fruit consumption. *Appetite* 2015;84:271-279.
- (262) Dubowitz T, Heron M, Bird CE et al. Neighborhood socioeconomic status and fruit and vegetable intake among whites, blacks, and Mexican Americans in the United States. *Am J Clin Nutr* 2008;87:1883-1891.
- (263) Johansson L, Thelle DS, Solvoll K, Bjorneboe GE, Drevon CA. Healthy dietary habits in relation to social determinants and lifestyle factors. *Br J Nutr* 1999;81:211-220.
- (264) Shohaimi S, Welch A, Bingham S et al. Residential area deprivation predicts fruit and vegetable consumption independently of individual educational level and occupational social class: a cross sectional population study in the Norfolk cohort of the European Prospective Investigation into Cancer (EPIC-Norfolk). *J Epidemiol Community Health* 2004;58:686-691.
- (265) Ball K, Crawford D, Mishra G. Socio-economic inequalities in women's fruit and vegetable intakes: a multilevel study of individual, social and environmental mediators. *Public Health Nutr* 2006;9:623-630.
- (266) Giskes K, van Lenthe FJ, Kamphuis CB, Huisman M, Brug J, Mackenbach JP. Household and food shopping environments: do they play a role in socioeconomic inequalities in fruit and vegetable consumption? A multilevel study among Dutch adults. *J Epidemiol Community Health* 2009;63:113-120.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (267) Sorensen G, Stoddard AM, Dubowitz T et al. The influence of social context on changes in fruit and vegetable consumption: results of the healthy directions studies. *Am J Public Health* 2007;97:1216-1227.
- (268) Stables GJ, Subar AF, Patterson BH et al. Changes in vegetable and fruit consumption and awareness among US adults: results of the 1991 and 1997 5 A Day for Better Health Program surveys. *J Am Diet Assoc* 2002;102:809-817.
- (269) Castetbon K, Lafay L, Volatier J-L, Escalon H, Delamaire C, Chauliac M et al. Le Programme National Nutrition Santé (PNNS) : bilan des études et résultats observés. *Cahiers de nutrition et diététique* (2011) 46, S11-S25.
- (270) WHO. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. 2004.
- (271) Ducrot P, Mejean C, Alles B, Fassier P, Hercberg S, Peneau S. Motives for dish choices during home meal preparation: results from a large sample of the NutriNet-Santé study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2015;12:120.
- (272) Caspi CE, Sorensen G, Subramanian SV, Kawachi I. The local food environment and diet: a systematic review. *Health Place* 2012;18:1172-1187.
- (273) Robinson PL, Dominguez F, Teklehaimanot S, Lee M, Brown A, Goodchild M. Does distance decay modelling of supermarket accessibility predict fruit and vegetable intake by individuals in a large metropolitan area? *J Health Care Poor Underserved* 2013;24:172-185.
- (274) Beaton GH, Burema J, Ritenbaugh C. Errors in the interpretation of dietary assessments. *Am J Clin Nutr* 1997;65:1100S-1107S.
- (275) Mendez MA. Invited commentary: Dietary misreporting as a potential source of bias in diet-disease associations: future directions in nutritional epidemiology research. *Am J Epidemiol* 2015;181:234-236.
- (276) Trudeau E, Kristal AR, Li S, Patterson RE. Demographic and psychosocial predictors of fruit and vegetable intakes differ: implications for dietary interventions. *J Am Diet Assoc* 1998;98:1412-1417.
- (277) Lallukka T, Laaksonen M, Rahkonen O, Roos E, Lahelma E. Multiple socio-economic circumstances and healthy food habits. *Eur J Clin Nutr* 2007;61:701-710.
- (278) Demark-Wahnefried W, Rogers LQ, Alfano CM et al. Practical clinical interventions for diet, physical activity, and weight control in cancer survivors. *CA Cancer J Clin* 2015;65:167-189.
- (279) Pekmezi DW, Demark-Wahnefried W. Updated evidence in support of diet and exercise interventions in cancer survivors. *Acta Oncol* 2011;50:167-178.
- (280) Fassier P, Zelek L, Lécuyer L et al. Modifications in dietary and alcohol intakes between before and after cancer diagnosis: Results from the prospective population-based NutriNet-Santé cohort. *Int J Cancer* 2017;141:457-470.
- (281) Skeie G, Hjartaker A, Braaten T, Lund E. Dietary change among breast and colorectal cancer survivors and cancer-free women in the Norwegian Women and Cancer cohort study. *Cancer Causes Control* 2009;20:1955-1966.
- (282) Arnold M, Renteria E, Conway DI, Bray F, Van OT, Soerjomataram I. Inequalities in cancer incidence and mortality across medium to highly developed countries in the twenty-first century. *Cancer Causes Control* 2016;27:999-1007.
- (283) Cancer Research UK. Cancer and health inequalities: An introduction to current evidence. 2008.
- (284) IARC. Social inequities and cancer. IARC Scientific Publication No.138. 1997.
- (285) Demark-Wahnefried W, Aziz NM, Rowland JH, Pinto BM. Riding the crest of the teachable moment: promoting long-term health after the diagnosis of cancer. *J Clin Oncol* 2005;23:5814-5830.
- (286) Rock CL, Demark-Wahnefried W. Nutrition and survival after the diagnosis of breast cancer: a review of the evidence. *J Clin Oncol* 2002;20:3302-3316.

- (287) Thomson CA, Flatt SW, Rock CL, Ritenbaugh C, Newman V, Pierce JP. Increased fruit, vegetable and fiber intake and lower fat intake reported among women previously treated for invasive breast cancer. *J Am Diet Assoc* 2002;102:801-808.
- (288) Patterson RE, Neuhouser ML, Hedderston MM, Schwartz SM, Standish LJ, Bowen DJ. Changes in diet, physical activity, and supplement use among adults diagnosed with cancer. *J Am Diet Assoc* 2003;103:323-328.
- (289) Steinhilper L, Geyer S, Sperlich S. Health behavior change among breast cancer patients. *Int J Public Health* 2013;58:603-613.
- (290) WCRF. Breast Cancer Statistics. <http://www.wcrf.org/int/cancer-facts-figures/data-specific-cancers/breast-cancer-statistics>. (Accessed in October 2017).
- (291) Breast Cancer Network Australia. <https://www.bcna.org.au/>. (Accessed in October 2017).
- (292) Canadian Breast Cancer Network. <https://www.cbcn.ca/en/>. (Accessed in October 2017).
- (293) Institut Curie. Mon réseau cancer du sein. <https://curie.fr/page/mon-reseau-cancer-du-sein-une-initiative-participative>. (Accessed in October 2017).
- (294) Odysee. <http://www.odysee.info/>. (Accessed in October 2017).
- (295) Réseau Seintinelles. <https://www.seintinelles.com/>. (Accessed in October 2017).
- (296) Inoue-Choi M, Robien K, Lazovich D. Adherence to the WCRF/AICR guidelines for cancer prevention is associated with lower mortality among older female cancer survivors. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2013;22:792-802.
- (297) KDIGO 2012. Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney International Supplements* (2013). volume 3, issue 1, January.
- (298) Ash S, Campbell KL, Bogard J, Millichamp A. Nutrition prescription to achieve positive outcomes in chronic kidney disease: a systematic review. *Nutrients* 2014;6:416-451.
- (299) Academy of Nutrition and Dietetics. Chronic Kidney Disease (CKD) Guideline (2010). <https://www.andeal.org/topic.cfm?menu=5303&cat=3927>. (Accessed in October 2017).
- (300) Haute Autorité de santé. Guide du parcours de soins. Maladie rénale Chronique de l'adulte. Saint-Denis, HAS, avril 2012, 29 pages.
- (301) Fouque D, Mitch WE. Low-protein diets in chronic kidney disease: are we finally reaching a consensus? *Nephrol Dial Transplant* 2015;30:6-8.
- (302) Klahr S, Levey AS, Beck GJ et al. The effects of dietary protein restriction and blood-pressure control on the progression of chronic renal disease. Modification of Diet in Renal Disease Study Group. *N Engl J Med* 1994;330:877-884.
- (303) Menon V, Kopple JD, Wang X et al. Effect of a very low-protein diet on outcomes: long-term follow-up of the Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) Study. *Am J Kidney Dis* 2009;53:208-217.
- (304) Fouque D. Nutrition and kidney disease. in *Renal disease, a practical nutrition guide*, edition 2012.
- (305) Banerjee T, Liu Y, Crews DC. Dietary Patterns and CKD Progression. *Blood Purif* 2016;41:117-122.
- (306) Cade J, Thompson R, Burley V, Warm D. Development, validation and utilisation of food-frequency questionnaires - a review. *Public Health Nutr* 2002;5:567-587.
- (307) Satija A, Yu E, Willett WC, Hu FB. Understanding nutritional epidemiology and its role in policy. *Adv Nutr* 2015;6:5-18.
- (308) Potosky AL, Block G, Hartman AM. The apparent validity of diet questionnaires is influenced by number of diet-record days used for comparison. *J Am Diet Assoc* 1990;90:810-813.
- (309) Mennen LI, Bertrais S, Galan P, Arnault N, Potier de CG, Hercberg S. The use of computerised 24 h dietary recalls in the French SU.VI.MAX Study: number of recalls required. *Eur J Clin Nutr* 2002;56:659-665.

- (310) Stram DO, Longnecker MP, Shames L et al. Cost-efficient design of a diet validation study. *Am J Epidemiol* 1995;142:353-362.
- (311) Hebert JR, Ma Y, Clemow L et al. Gender differences in social desirability and social approval bias in dietary self-report. *Am J Epidemiol* 1997;146:1046-1055.
- (312) Hebert JR, Ebbeling CB, Matthews CE et al. Systematic errors in middle-aged women's estimates of energy intake: comparing three self-report measures to total energy expenditure from doubly labeled water. *Ann Epidemiol* 2002;12:577-586.
- (313) Hebert JR, Hurley TG, Steck SE et al. Considering the value of dietary assessment data in informing nutrition-related health policy. *Adv Nutr* 2014;5:447-455.
- (314) Pietinen P, Hartman AM, Haapa E et al. Reproducibility and validity of dietary assessment instruments. II. A qualitative food frequency questionnaire. *Am J Epidemiol* 1988;128:667-676.
- (315) Kaaks R, Slimani N, Riboli E. Pilot phase studies on the accuracy of dietary intake measurements in the EPIC project: overall evaluation of results. European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Int J Epidemiol* 1997;26 Suppl 1:S26-S36.
- (316) Tsubono Y, Nishino Y, Fukao A, Hisamichi S, Tsugane S. Temporal change in the reproducibility of a self-administered food frequency questionnaire. *Am J Epidemiol* 1995;142:1231-1235.
- (317) Fernandez-Ballart JD, Pinol JL, Zazpe I et al. Relative validity of a semi-quantitative food-frequency questionnaire in an elderly Mediterranean population of Spain. *Br J Nutr* 2010;103:1808-1816.
- (318) Labonte ME, Cyr A, Baril-Gravel L, Royer MM, Lamarche B. Validity and reproducibility of a web-based, self-administered food frequency questionnaire. *Eur J Clin Nutr* 2012;66:166-173.
- (319) Marques-Vidal P, Ross A, Wynn E, Rezzi S, Paccaud F, Decarli B. Reproducibility and relative validity of a food-frequency questionnaire for French-speaking Swiss adults. *Food Nutr Res* 2011;55.
- (320) Wong SS, Boushey CJ, Novotny R, Gustafson DR. Evaluation of a computerized food frequency questionnaire to estimate calcium intake of Asian, Hispanic, and non-Hispanic white youth. *J Am Diet Assoc* 2008;108:539-543.
- (321) Malekshah AF, Kimiagar M, Saadatian-Elahi M et al. Validity and reliability of a new food frequency questionnaire compared to 24 h recalls and biochemical measurements: pilot phase of Golestan cohort study of esophageal cancer. *Eur J Clin Nutr* 2006;60:971-977.
- (322) Asghari G, Rezazadeh A, Hosseini-Esfahani F, Mehrabi Y, Mirmiran P, Azizi F. Reliability, comparative validity and stability of dietary patterns derived from an FFQ in the Tehran Lipid and Glucose Study. *Br J Nutr* 2012;108:1109-1117.
- (323) Barclay AW, Flood VM, Brand-Miller JC, Mitchell P. Validity of carbohydrate, glycaemic index and glycaemic load data obtained using a semi-quantitative food-frequency questionnaire. *Public Health Nutr* 2008;11:573-580.
- (324) Hankin JH, Stram DO, Arakawa K et al. Singapore Chinese Health Study: development, validation, and calibration of the quantitative food frequency questionnaire. *Nutr Cancer* 2001;39:187-195.
- (325) Mannato LW, Pereira TS, Velasquez-Melendez G, Cardoso LO, Bensenor IM, Molina MC. Comparison of a short version of the Food Frequency Questionnaire with its long version--a cross-sectional analysis in the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). *Sao Paulo Med J* 2015;133:414-420.
- (326) Mirmiran P, Yuzbashian E, Bahadoran Z, Asghari G, Azizi F. Dietary Acid-Base Load and Risk of Chronic Kidney Disease in Adults: Tehran Lipid and Glucose Study. *Iran J Kidney Dis* 2016;10:119-125.
- (327) Lew QJ, Jafar TH, Koh HW et al. Red Meat Intake and Risk of ESRD. *J Am Soc Nephrol* 2017;28:304-312.

- (328) Domingos MAM, Goulart AC, Lotufo PA, Bensenor IJM, Titan SMO. Chronic kidney disease - determinants of progression and cardiovascular risk. PROGREDIR cohort study: design and methods. *Sao Paulo Med J* 2017;135:133-139.
- (329) Diaz-Lopez A, Bullo M, Basora J et al. Cross-sectional associations between macronutrient intake and chronic kidney disease in a population at high cardiovascular risk. *Clin Nutr* 2013;32:606-612.
- (330) FAO WHO ONU. Report of a Join Expert Consultation. Energy and Protein Requirements. Geneva, WHO Technical Report. 1985.
- (331) Dienemann T, Fujii N, Orlandi P et al. International Network of Chronic Kidney Disease cohort studies (iNET-CKD): a global network of chronic kidney disease cohorts. *BMC Nephrol* 2016;17:121.
- (332) Liu X, Wang X, Lin S, Song Q, Lao X, Yu IT. Reproducibility and Validity of a Food Frequency Questionnaire for Assessing Dietary Consumption via the Dietary Pattern Method in a Chinese Rural Population. *PLoS One* 2015;10:e0134627.
- (333) Willett WC, Sampson L, Stampfer MJ et al. Reproducibility and validity of a semiquantitative food frequency questionnaire. *Am J Epidemiol* 1985;122:51-65.
- (334) Freedman LS, Schatzkin A, Midthune D, Kipnis V. Dealing with dietary measurement error in nutritional cohort studies. *J Natl Cancer Inst* 2011;103:1086-1092.
- (335) Apovian CM, Murphy MC, Cullum-Dugan D et al. Validation of a web-based dietary questionnaire designed for the DASH (dietary approaches to stop hypertension) diet: the DASH online questionnaire. *Public Health Nutr* 2010;13:615-622.
- (336) Bassett JK, English DR, Fahey MT et al. Validity and calibration of the FFQ used in the Melbourne Collaborative Cohort Study. *Public Health Nutr* 2016;19:2357-2368.
- (337) Bentzen SM, Knudsen VK, Christensen T, Ewers B. Relative validity of a web-based food frequency questionnaire for patients with type 1 and type 2 diabetes in Denmark. *Nutr Diabetes* 2016;6:e232.
- (338) Christensen SE, Moller E, Bonn SE et al. Two new meal- and web-based interactive food frequency questionnaires: validation of energy and macronutrient intake. *J Med Internet Res* 2013;15:e109.
- (339) Masson LF, McNeill G, Tomany JO et al. Statistical approaches for assessing the relative validity of a food-frequency questionnaire: use of correlation coefficients and the kappa statistic. *Public Health Nutr* 2003;6:313-321.
- (340) De KW, Dekkers A, Van V, V et al. Relative validity of a short qualitative food frequency questionnaire for use in food consumption surveys. *Eur J Public Health* 2013;23:737-742.
- (341) Wakai K. A review of food frequency questionnaires developed and validated in Japan. *J Epidemiol* 2009;19:1-11.
- (342) Willett WC, Howe GR, Kushi LH. Adjustment for total energy intake in epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr* 1997;65:1220S-1228S.
- (343) Sluik D, Geelen A, de Vries JH et al. A national FFQ for the Netherlands (the FFQ-NL 1.0): validation of a comprehensive FFQ for adults. *Br J Nutr* 2016;116:913-923.
- (344) Cantin J, Latour E, Ferland-Verry R et al. Validity and reproducibility of a food frequency questionnaire focused on the Mediterranean diet for the Quebec population. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2016;26:154-161.
- (345) Buscemi S, Rosafio G, Vasto S et al. Validation of a food frequency questionnaire for use in Italian adults living in Sicily. *Int J Food Sci Nutr* 2015;66:426-438.
- (346) Fallaize R, Forster H, Macready AL et al. Online dietary intake estimation: reproducibility and validity of the Food4Me food frequency questionnaire against a 4-day weighed food record. *J Med Internet Res* 2014;16:e190.
- (347) Faleiro JC, Giatti L, Barreto SM et al. [Lifetime socioeconomic status and health-related risk behaviors: the ELSA-Brazil study]. *Cad Saude Publica* 2017;33:e00017916.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (348) Melchior M, Berkman LF, Kawachi I et al. Lifelong socioeconomic trajectory and premature mortality (35-65 years) in France: findings from the GAZEL Cohort Study. *J Epidemiol Community Health* 2006;60:937-944.
- (349) Elhakeem A, Hardy R, Bann D et al. Intergenerational social mobility and leisure-time physical activity in adulthood: a systematic review. *J Epidemiol Community Health* 2017;71:673-680.
- (350) Melchior M, Ziad A, Courtin E, Goldberg M, Zins M, van der Waerden J. Intergenerational socioeconomic mobility and adult depression: the CONSTANCES study. *Am J Epidemiol* 2017.
- (351) Savelieva K, Pulkki-Raback L, Jokela M et al. Intergenerational transmission of socioeconomic position and ideal cardiovascular health: 32-year follow-up study. *Health Psychol* 2017;36:270-279.
- (352) Hawe P, Potvin L. What is population health intervention research? *Can J Public Health* 2009;100:Suppl-14.
- (353) Patnode CD, Evans CV, Senger CA, Redmond N, Lin JS. Behavioral Counseling to Promote a Healthful Diet and Physical Activity for Cardiovascular Disease Prevention in Adults Without Known Cardiovascular Disease Risk Factors: Updated Evidence Report and Systematic Review for the US Preventive Services Task Force. *JAMA* 2017;318:175-193.
- (354) Sun Y, You W, Almeida F, Estabrooks P, Davy B. The Effectiveness and Cost of Lifestyle Interventions Including Nutrition Education for Diabetes Prevention: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Acad Nutr Diet* 2017;117:404-421.
- (355) Fianu A, Bourse L, Naty N et al. Long-Term Effectiveness of a Lifestyle Intervention for the Primary Prevention of Type 2 Diabetes in a Low Socio-Economic Community--An Intervention Follow-Up Study on Reunion Island. *PLoS One* 2016;11:e0146095.
- (356) De B, I, Simon C, De MF et al. Are physical activity interventions equally effective in adolescents of low and high socio-economic status (SES): results from the European Teenage project. *Health Educ Res* 2011;26:119-130.
- (357) Goode AD, Lawler SP, Brakenridge CL, Reeves MM, Eakin EG. Telephone, print, and Web-based interventions for physical activity, diet, and weight control among cancer survivors: a systematic review. *J Cancer Surviv* 2015;9:660-682.
- (358) Moug SJ, Bryce A, Mutrie N, Anderson AS. Lifestyle interventions are feasible in patients with colorectal cancer with potential short-term health benefits: a systematic review. *Int J Colorectal Dis* 2017;32:765-775.
- (359) Reeves MM, Terranova CO, Eakin EG, Demark-Wahnefried W. Weight loss intervention trials in women with breast cancer: a systematic review. *Obes Rev* 2014;15:749-768.
- (360) Smits A, Lopes A, Das N, Bekkers R, Massuger L, Galaal K. The effect of lifestyle interventions on the quality of life of gynaecological cancer survivors: A systematic review and meta-analysis. *Gynecol Oncol* 2015;139:546-552.
- (361) Programme National Nutrition Santé 2011-2015. http://www.mangerbouger.fr/pro/IMG/pdf/pnns_2011-2015-2.pdf. (Accessed in October 2017). 2011.
- (362) Plan cancer 2009-2013. http://www.cnsa.fr/documentation/plancancer20092013_02112009.pdf. (Accessed in October 2017). 2009.
- (363) Plan cancer 2014-2019. http://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/2014-02-03_Plan_cancer-2.pdf. (Accessed in October 2017). 2014.

Titre : Évaluation de l'alimentation en épidémiologie et étude de l'évolution de l'alimentation selon l'environnement socio-économique et la survenue de cancer.

Mots clés : Nutrition, Cancer, Inégalités socio-économiques, Profils alimentaires, Évaluation de l'alimentation, Épidémiologie, Cohorte

Résumé : Le nombre de personnes ayant eu un cancer, dans le monde, n'a jamais été aussi élevé. Même si le bénéfice de l'adoption de comportements favorables à la santé, notamment en termes d'alimentation, suite à un diagnostic de cancer a été suggéré, peu d'études se sont spécifiquement intéressées à l'influence d'un diagnostic de cancer sur l'évolution à long terme de l'alimentation, ainsi qu'à l'impact de l'environnement socio-économique et du type de cancer (localisation et stade au diagnostic) dans cette relation. Par ailleurs, l'alimentation étant un des déterminants majeurs de la santé, de nombreuses études épidémiologiques ou cliniques souhaitent recueillir de plus en plus fréquemment les habitudes alimentaires de leurs sujets mais redoutent la durée de recueil avec les outils existants.

L'objectif de ce travail doctoral était de 1) mieux caractériser les relations entre alimentation, environnement socio-économique et survenue de cancer, notamment chez les patients ayant eu un cancer, et 2) de créer et valider un outil de recueil alimentaire court, adapté au régime français, afin d'harmoniser le recueil des données alimentaires sur le plan national.

À partir des données de plus de 50 000 femmes de la cohorte E3N, une augmentation de la consommation de fruits et légumes, utilisés ici

comme marqueur de la qualité de l'alimentation, a été observée uniquement chez les femmes ayant eu un cancer du sein de stade avancé (II-III-IV). Cette augmentation était davantage prononcée dans certaines strates socio-économiques (chez les femmes à niveau d'éducation élevée et chez celles vivant dans le Sud, par exemple).

En parallèle, un questionnaire de fréquence alimentaire court, capable d'évaluer rapidement l'alimentation des individus, a été développé en format papier et en ligne. La version papier de ce questionnaire a été validée dans une population de 127 patients atteints de maladie rénale chronique et la version numérique sur 92 adultes issus de la population générale.

Ce travail précise l'influence complexe de l'environnement socio-économique sur l'évolution de l'alimentation chez les patients ayant eu un cancer. Des études complémentaires seront nécessaires pour comprendre les freins à l'adoption de comportements alimentaires favorables à la santé. Les recommandations nécessiteraient d'être modulées en fonction du niveau socio-économique des individus afin de réduire les inégalités socio-économiques en lien avec l'alimentation et la survenue de cancer. Finalement, ce travail doctoral va permettre de mettre à disposition de la communauté scientifique un outil de recueil alimentaire court, fiable et actualisé, qui sera commun à l'ensemble des groupes de population française.

Title: Dietary assessment in epidemiology, and dietary changes according to socioeconomic status and cancer occurrence.

Keywords: Nutrition, Cancer, Socioeconomic inequities, Dietary patterns, Dietary assessment, Epidemiology, Cohort

Abstract: The number of cancer survivors is increasing worldwide. Several studies have demonstrated a potential beneficial impact of healthy lifestyle factors, including the diet, on cancer survival, but only a few studies have evaluated the influence of a cancer diagnosis on the long-term evolution of the diet, taking into account the socioeconomic environment of individuals as well as cancer characteristics such as the site and stage at diagnosis. Moreover, considering that the diet is one of the main determinants of health, an increasing number of epidemiological studies aim to collect dietary data but are limited by the fact that dietary data collection is very time-consuming for participants as well as for researchers.

The objective of this project was 1) to better characterize the complex relations between diet and socio-economic environment among women who had cancer and 2) to develop and validate a short tool able to quickly assess the diet in several French population subgroups, and standardize dietary data collection at a national level.

We used data from over 50 000 women in the prospective E3N-EPIC cohort study and considered fruit and vegetable consumption as a proxy for overall diet quality. Compared with healthy and non-cancer women, an increase in fruit and vegetable consumption was only observed in women who had an advanced stage of breast cancer

(stages II-III-IV). This increase was also only observed in certain socioeconomic groups (e.g. women with high level of education and women living in the South of France).

A short food frequency questionnaire (SFFQ) was also developed, both a paper and online version, to easily and quickly assess diet. Both versions were validated in a sample of 127 patients with chronic kidney disease and a sample of 92 adults selected among the general population, respectively.

Our results help to understand the complex influence of the socioeconomic environment on the evolution of the diet among patients who had cancer. Further studies are required to better understand the factors that prevent cancer survivors from the adoption of healthy dietary patterns. Dietary guidelines should adapt to the socioeconomic environment of individuals, in order to reduce socioeconomic inequities in diet and cancer. Finally, within the framework of the present study, a standardized, validated, short and modern tool has been developed to quickly assess diet in French clinical and epidemiological studies. Diet and dietary patterns will therefore be comparable between several French population subgroups.