

UNIVERSITE PARIS 13

« EQUIPE DE RECHERCHE EN EPIDEMIOLOGIE NUTRITIONNELLE »

Année : 2016

N°

THESE

POUR L'OBTENTION DU GRADE DE

DOCTEURE DE L'UNIVERSITE PARIS 13

Discipline : Epidémiologie - Santé publique

Présentée et soutenue publiquement le mardi 13 Décembre 2016 par

Julia Aïda BAUDRY

<p>Consommation de produits issus de l'agriculture biologique dans l'étude NutriNet-Santé</p>
--

Thèse dirigée par :

Madame la Docteure Emmanuelle Kesse-Guyot

JURY :

Madame la Docteure Emmanuelle Kesse-Guyot	Directrice de thèse
Madame la Professeure Lucie Sirieix	Rapporteure
Monsieur le Docteur Luc Dauchet	Rapporteur
Monsieur le Professeur Pierre Lombraïl	Examineur
Monsieur le Docteur Denis Lairon	Examineur
Monsieur le Professeur Serge Hercberg	Examineur

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Publications

❖ Faisant l'objet du travail de thèse

- Publiées dans des revues internationales à comité de lecture

Baudry J., Touvier M., Allès B., Péneau S., Méjean C., Galan P., Hercberg S., Lairon D. & Kesse-Guyot E. (2016) Typology of eaters based on conventional and organic food consumption: results from the NutriNet-Santé cohort study. *British Journal of Nutrition*, -1:1-10.

Baudry J., Méjean C., Allès B., Péneau S., Touvier M., Hercberg S., Lairon D. & Kesse-Guyot E. (2015) Contribution of Organic Food to the Diet in a Large Sample of French Adults (the NutriNet-Santé Cohort Study). *Nutrients*, 7(10), 8615-8632.

Baudry J., Méjean C., Péneau S., Galan P., Hercberg S., Lairon D. & Kesse-Guyot E. (2015) Health and dietary traits of organic food consumers: results from the NutriNet-Santé study. *British Journal of Nutrition*, 114(12), 2064-2073.

- Acceptée

Baudry J., Allès B., Péneau S., Touvier M., Méjean C., Hercberg S., Galan P., Lairon D. & Kesse-Guyot E. (2016) Dietary intakes and diet quality according to levels of organic food consumption by French adults: cross-sectional findings from the NutriNet-Santé Cohort Study. *Public Health Nutrition*.

- A soumettre prochainement

Baudry J., Péneau S., Allès B., Touvier M., Hercberg S., Galan P., Amiot-Carlin M.-J., Lairon D., Méjean C. & Kesse-Guyot E. Food choice motives when purchasing in organic and conventional consumer clusters: Focus on sustainable concerns (The NutriNet-Santé cohort study). *Nutrients*.

➤ En préparation

Baudry J., Lelong H., Julia C., Adriouch S., Seconda L., Allès B., Hercberg S., Galan P., Lairon D. & Kesse-Guyot E. Association between organic food consumption and the metabolic syndrome: cross sectional results from the NutriNet-Santé Study.

BioNutriNet consortium. Urinary pesticide exposure of consumers with low and high organic food consumption: an observational study based on the NutriNet-Santé Study.

❖ **Autres publications**

➤ Soumis

Seconda L., **Baudry J.**, Allès B., Hamza O., Boizot-Szantai C., Soler L-G., Galan P., Hercberg S., Lairon D. & Kesse-Guyot E. Assessment of the sustainability of the Mediterranean diet combined with organic food consumption: an individual behaviour approach. *Nutrients*.

Kesse-Guyot E., **Baudry J.**, Assmann K.E., Hercberg S., Galan P., Lairon D. Prospective association between consumption frequency of organic food and body weight change, risk of overweight or obesity: Results from the NutriNet-Santé Study. *British Journal of Nutrition*.

Adriouch S., Lelong H., Kesse-Guyot E., **Baudry J.**, Lampuré A., Galan P., Hercberg S., Touvier M. & Fezeu L. Compliance with nutritional and lifestyle recommendations in 13 000 patients with a cardiometabolic disease from the NutriNet-Santé Study. *Journal of Hypertension*.

Fassier P., Zelek L., Lécuyer L., Bachmann P., Touillaud M., Druesne-Pecollo N., Galan P., Cohen P., Hoarau H., Latino-Martel P., Kesse-Guyot E., **Baudry J.**, Hercberg S., Deschasaux M. & Touvier M. Modifications in dietary and alcohol intakes between before and after cancer diagnosis: results from the prospective population-based NutriNet-Santé cohort. *American Journal of Clinical Nutrition*.

Communications

❖ Orales

Baudry J.* *PhD annual Day*. Paris, Décembre 2015. Organic food consumption among French adults: Findings from the NutriNet-Santé cohort study.

Kesse-Guyot E* & **Baudry J.** *European Nutrition Conference*. Berlin, Octobre 2015. Organic food consumers profiles from the large Nutrinet cohort follow-up in France.

Allès B., Péneau S., Kesse-Guyot E., **Baudry J.**, Hercberg S., Méjean C. *European Nutrition Conference*. Berlin, Octobre 2015. Association between sustainable food choice motives during purchasing and dietary patterns in French adults.

Baudry J.*, Méjean C., Péneau S., Galan P., Hercberg S., Lairon D. & Kesse-Guyot E. *Journées Francophones de la Nutrition*. Bruxelles, Décembre 2014. Associations entre consommation de produits biologiques et caractéristiques liées au mode de vie, à l'alimentation et à la santé : Résultats de l'étude NutriNet-Santé.

Delcambre A.*, Canlet C., Tremblay-Franco M., **Baudry J.**, Druesne-Pecollo N., Jamin E., Martin J.-F., Galan P, Kesse-Guyot E., Cravedi J.-P. & Debrauwer L. *Journées Scientifiques du Réseau Francophone de Métabolomique et Fluxomique*. Montpellier, Juillet 2016. Urinary metabolomic profiling by 1H-NMR and HRMS-Biomarker identification of the organic diet.

❖ Affichées

Seconda L., **Baudry J.**, Allès B., Hamza O., Galan P., Hercberg S., Lairon D.* & Kesse-Guyot E. *1st world conference on the Mediterranean Diet*. Milan, Juillet 2016. Sustainability of organic and Mediterranean diets: an approach based on individual behaviors.

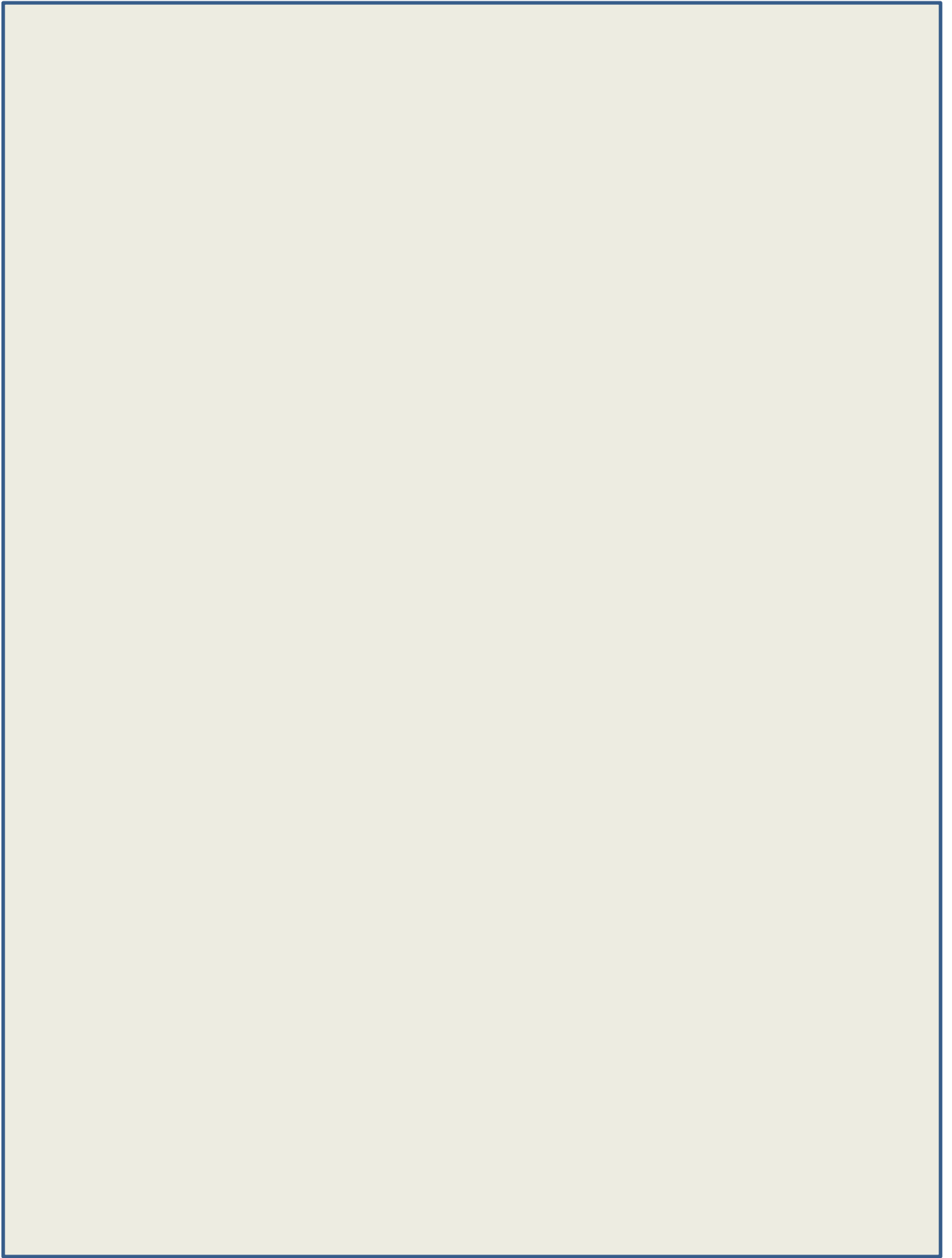
Baudry J.*, Méjean C., Allès B., Péneau S., Touvier M., Hercberg S., Lairon D., Galan P. & Kesse-Guyot E. *Journées Francophones de la Nutrition*. Marseille, Décembre 2015. Estimation de la

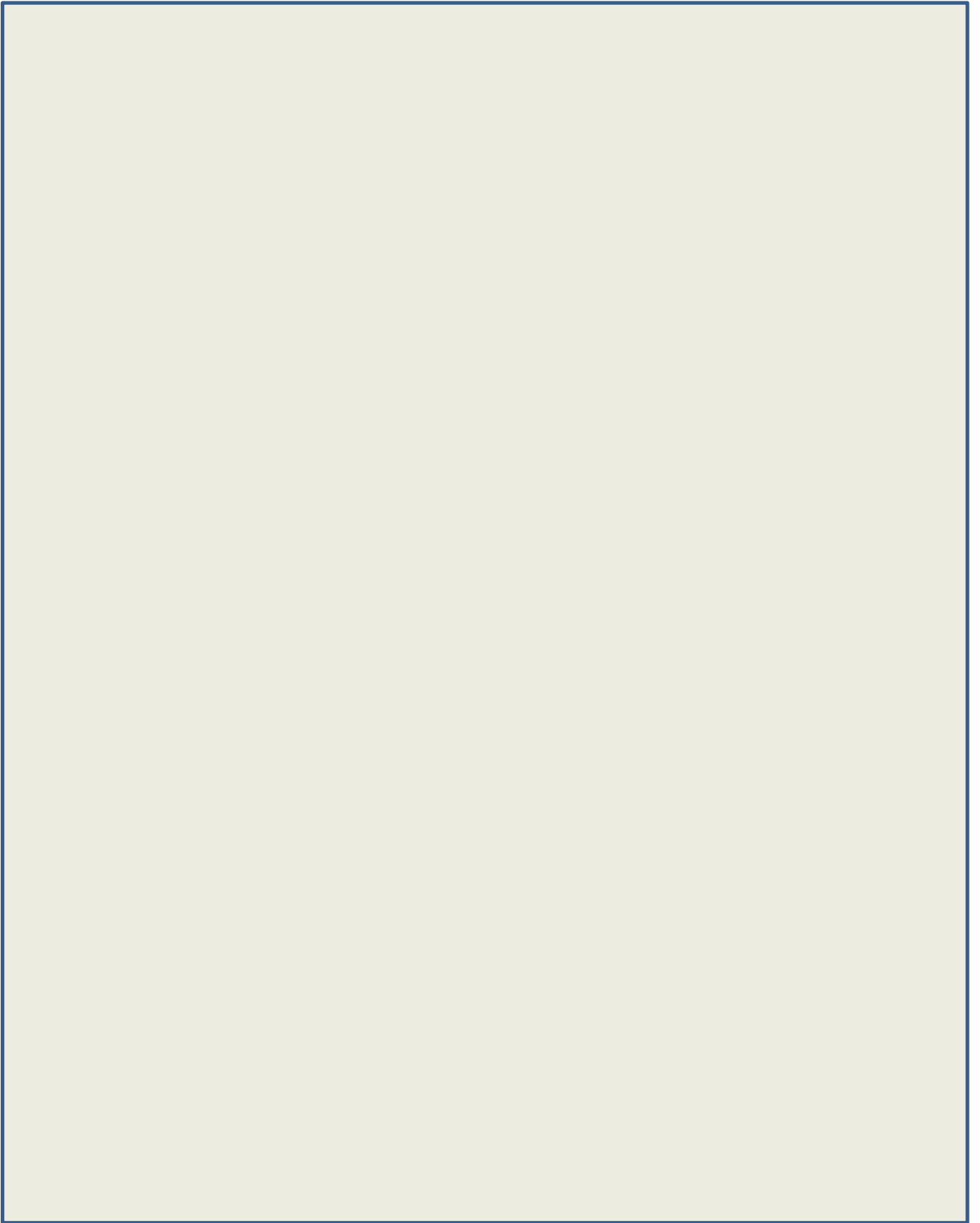
contribution des produits bio dans le régime alimentaire d'adultes français : Résultats de l'étude de cohorte NutriNet-Santé.

Baudry J.*, Péneau S., Allès B., Touvier M., Méjean C., Hercberg S., Galan P., Lairon D. & Kesse-Guyot E. *Journées Francophones de la Nutrition*. Marseille, Décembre 2015. Association entre consommation alimentaire, qualité nutritionnelle du régime et niveau de consommation de bio : Résultats de l'étude de cohorte NutriNet-Santé.

Baudry J.*, Méjean C., Allès B., Péneau S., Touvier M., Hercberg S., Lairon D., Galan P. & Kesse-Guyot E. *European Nutrition Conference*. Berlin, Octobre 2015. Contribution of Organic Food to the Diet in a Large Sample of French Adults (the NutriNet-Santé Cohort Study).

Baudry J.*, Péneau S., Allès B., Touvier M., Méjean C., Hercberg S., Galan P., Lairon D. & Kesse-Guyot E. *Conference on Global Sustainability and Local Foods*. Rome, Octobre 2015. Association between intakes of food groups and nutrients, diet quality and levels of organic food consumption (The NutriNet-Santé cohort Study).





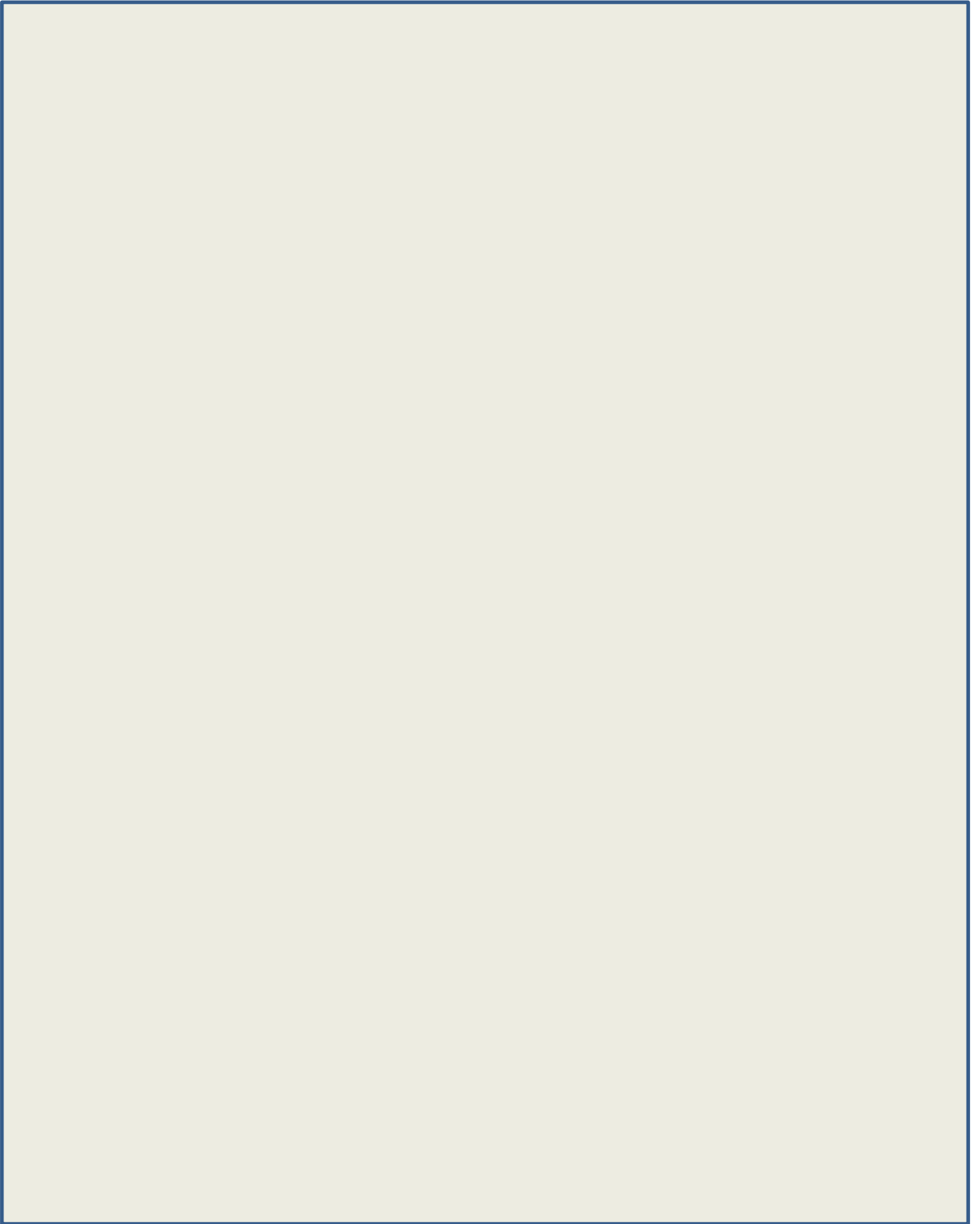


Table des matières

PRODUCTION SCIENTIFIQUE	1
REMERCIEMENTS	5
LISTE DES TABLEAUX	13
LISTE DES ILLUSTRATIONS	14
LISTE DES ABREVIATIONS	15
PREAMBULE	17
INTRODUCTION ET ETAT DE L'ART	18
I. Non durabilité des systèmes alimentaires	19
A. Contexte et enjeux	19
1) Coûts sanitaire et nutritionnel	19
2) Coût socioéconomique de l'insécurité alimentaire	19
3) Coût environnemental	20
B. Définition des régimes alimentaires durables.....	22
II. La Bio : perspective historique et cadre réglementaire	23
A. Les racines de la bio	23
1) Les origines	23
2) L'institutionnalisation	25
B. Cahier des charges européen	26
III. La Bio : de la production.....	30
A. Dans l'Union Européenne	31
B. En France.....	32
IV. ... à la consommation.....	33
A. Les ventes et le marché bio en France	33
B. Evaluation de la place du bio dans le régime alimentaire	34
V. Les consommateurs de bio	36
A. Caractéristiques des consommateurs/acheteurs de bio	36
1) Caractéristiques sociodémographiques/individuelles	36
2) Caractéristiques liées au mode de vie et à l'alimentation	38
B. Motivations intervenant dans les choix alimentaires et motivations de consommation de bio .	39
1) Motivations intervenant dans les choix alimentaires	39
2) Motivations liées à la durabilité intervenant dans les choix alimentaires	39
3) Les raisons de consommation de bio.....	39

4)	Motivations selon les fréquences de consommation	41
C.	Freins et leviers à la consommation de bio.....	42
VI.	Influence du mode de production sur la santé.....	44
A.	Considérations préliminaires : de la complexité d'évaluer les effets de la consommation de bio sur la santé humaine	44
B.	Qualité des produits bio vs. conventionnel.....	47
1)	Différences dans les pratiques de production.....	47
2)	Qualité nutritionnelle.....	48
3)	Qualité sanitaire.....	51
C.	Exposition aux pesticides	53
1)	Effets du mode de production sur l'exposition aux pesticides.....	53
2)	Pesticides et risque sur la santé	54
D.	Liens entre consommation de bio et santé.....	58
1)	Etudes in vitro et études sur les animaux	58
2)	Etudes de cohorte	59
3)	Etudes cliniques.....	61
VII.	Points clés et réflexions à l'issue de l'état de l'art	63
	OBJECTIFS	66
	SUJETS ET METHODES	68
I.	Présentation générale de l'étude NutriNet-Santé.....	69
II.	Recueil et traitement des données	70
A.	Inclusion et suivi des sujets	70
B.	Données démographiques, socio-économiques, du style de vie, d'activité physique et anthropométriques	71
C.	Données relatives à l'alimentation et à la nutrition	72
1)	Données collectées dans NutriNet-Santé	72
2)	Données collectées spécifiquement dans le projet BioNutriNet	76
3)	Indicateurs de la qualité nutritionnelle du régime.....	84
D.	Données relatives aux motivations intervenant dans les choix alimentaires lors de l'approvisionnement	86
E.	Données relatives à l'état de santé	88
F.	Données clinico-biologiques.....	89
1)	Examen clinique et biologique dans NutriNet	89
2)	Analyses des résidus de pesticides	90
III.	Echantillons d'étude.....	91
A.	Sélection des échantillons.....	91

B.	Redressement sur la population française	92
IV.	Modèles statistiques	94
	PARTIE I : ESTIMATION DE LA CONSOMMATION DE BIO	95
I.	Introduction.....	96
II.	Méthodes.....	96
III.	Résultats	97
A.	Variation de la consommation de bio dans le régime et selon les catégories d'aliments.....	97
B.	Les facteurs de variabilité de la consommation de bio.....	97
	PARTIE II : CARACTERISTIQUES ET PROFILS ALIMENTAIRES DES CONSUMMATEURS DE BIO	122
I.	Caractéristiques liées au mode de vie, aux connaissances des recommandations nutritionnelles et à l'historique des maladies selon les fréquences de consommation de bio.....	123
A.	Introduction	123
B.	Méthodes	123
C.	Résultats.....	124
II.	Caractéristiques nutritionnelles et qualité globale de l'alimentation associées à différents niveaux de consommation de bio	136
A.	Introduction	136
B.	Méthodes	136
C.	Résultats.....	137
1)	Apports nutritionnels et qualité globale du régime	137
2)	Modulation des effets	138
III.	Typologie <i>a posteriori</i> de mangeurs de bio et de conventionnel	157
A.	Introduction	157
B.	Méthodes	157
C.	Profils nutritionnels, du mode de vie et pratiques d'achat	158
D.	Motivations intervenant dans les choix alimentaires, y compris les considérations liées à la durabilité.....	170
	PARTIE III : LIENS ENTRE PART DE BIO DANS LE REGIME ET DONNEES CLINIQUES ET BIOLOGIQUES	206
I.	Association transversale entre part de bio dans l'alimentation et syndrome métabolique	207
A.	Introduction	207
B.	Méthodes	208
C.	Résultats.....	209
II.	Etude clinique relative aux résidus de pesticides dans les urines	215
A.	Introduction	215

B.	Sélection du sous-échantillon	215
1)	Appariement sur le score de propension	215
2)	Sélection de l'échantillon	218
C.	Analyses statistiques	219
D.	Description de l'échantillon.....	219
E.	Résultats des dosages	221
RESULTATS ADDITIONNELS		227
I.	Données issues du questionnaire relatif aux attitudes à l'égard du bio	228
A.	Auto-déclaration de la fréquence de consommation de bio	228
B.	Raisons de (non-) consommation	229
C.	Antériorité de la consommation de bio.....	231
D.	Reconnaissance des labels et connaissance du cahier des charges.....	232
II.	Analyses descriptives supplémentaires	233
DISCUSSION GENERALE		235
I.	Résultats généraux et mise en perspective des études	236
A.	Synthèse des principaux résultats	236
B.	Discussion critique des principaux résultats au regard de la littérature	239
1)	Prise en considération des gradients de consommation de bio : estimation détaillée de la part de bio dans l'alimentation (régime global et groupes alimentaires)	239
2)	La part de bio dans l'alimentation des sujets : reflet de l'offre et de la demande ?	240
3)	Les consommateurs de bio réguliers : des individus plus attentifs à leur santé	241
4)	Le régime alimentaire des forts consommateurs de bio : un régime plus sain... et plus durable ? 242	
5)	Typologie de mangeurs : une hétérogénéité des profils	244
6)	Consommation de bio et profils cardiométaboliques	246
7)	Résidus de pesticides dans les urines : des contaminations significativement plus faibles pour certains résidus chez les forts consommateurs de bio	248
8)	Le frein économique à la consommation de bio	250
II.	Considérations méthodologiques	251
A.	Estimations des consommations alimentaires et des apports en nutriments	251
B.	(Sur)estimation de la part de bio.....	253
C.	Biais de mémoire et de désirabilité (biais liés au répondant)	255
D.	Données relatives aux comportements	255
E.	Données de santé et dosages	256
F.	Représentativité et généralisation des résultats	257
G.	Interprétation des analyses transversales	258

III. Perspectives et implications	259
A. Perspectives de recherche	259
1) Analyse conjointe de la durabilité des régimes bio et Méditerranéen : une approche basée sur les caractéristiques individuelles	259
2) Identification et caractérisation de profils alimentaires durables avec prise en compte du mode de production, et liens avec l'état de santé	260
3) Autres volets du projet BioNutriNet	262
B. Perspectives en santé publique	262
CONCLUSION	265
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	267
ANNEXES	284

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Principales caractéristiques des pratiques agricoles du cahier des charges européen (source : adapté du site internet de la FNAB).....	28
Tableau 2 Principales caractéristiques des pratiques d'élevage du cahier des charges européen (source : adapté du site internet de la FNAB).....	29
Tableau 3 Description des questionnaires au sein de cohortes mesurant les fréquences de consommation de bio	35
Tableau 4 Aperçu de quelques différences de pratiques entre les deux modes de production pouvant agir sur la qualité finale du produit.....	47
Tableau 5 Résumé des principaux résultats des récentes méta-analyses de l'équipe de Newcastle.....	51
Tableau 6 Résumé des principaux résultats évoqués dans l'expertise collective INSERM en ce qui concerne les présomptions moyennes et fortes (source : adapté de l'expertise collective INSERM 2013).....	56
Tableau 7 Correspondances entre les modalités de fréquence de l'échelle bio et les pourcentages et intervalles alloués.....	80
Tableau 8 Distribution de l'occurrence des modalités déclarés dans le FFQ bio (données redressées), NutriNet-Santé.....	81
Tableau 9 Liste des 20 substances analysées dans les 300 échantillons d'urine	90
Tableau 10 Taille des échantillons analysés dans ce travail de thèse.....	92
Tableau 11 Comparaison de quelques caractéristiques des participants avant et après redressement sur les caractéristiques de la population française, n=28 245, NutriNet-Santé.....	93
Tableau 12 Principales caractéristiques de l'échantillon d'étude selon la part de bio dans le régime en tertiles, n=8 174, NutriNet-Santé	209
Tableau 13 Association entre la part de bio dans le régime et le syndrome métabolique, n=8 174, NutriNet-Santé	211
Tableau 14 Association entre les parts de groupes alimentaires consommés en bio en tertiles et le syndrome métabolique chez les consommateurs des groupes alimentaires	211
Tableau 15 Association entre la part de bio dans le régime et le syndrome métabolique, stratifiée selon les tertiles du mPNNS-GS, n=8 174, NutriNet-Santé.....	213
Tableau 16 Comparaison des caractéristiques des groupes <i>bio</i> et <i>conventionnel</i> , n=300, NutriNet-Santé	220
Tableau 17 Description des résultats de dosages selon les groupes bio ou conventionnel, n=300, NutriNet-Santé	221
Tableau 18 Correspondance entre acronyme et nom et poids moléculaire des métabolites dialkylphosphates	224
Tableau 19 Distribution des sommes de métabolites dialkylphosphates selon les groupes bio ou conventionnel, n=300, NutriNet-Santé	224
Tableau 20 Distribution des sommes de métabolites dialkylphosphates selon les groupes bio ou conventionnel après le nouveau seuil (<5%) pour la part de bio dans le régime du groupe conventionnel, n=218, NutriNet-Santé	226
Tableau 21 Part de bio selon la variable de fréquence issue du questionnaire relatif aux attitudes à l'égard du bio, n=23 030, NutriNet-Santé	228
Tableau 22 Pourcentage d'individus ayant sélectionné les logos suivants parmi les 12 en réponse à la question <i>Des logos vous sont présentés ci-dessous, à votre avis, lesquels sont des signes officiels actuels de reconnaissance de produits issus de l'agriculture biologique ?</i> , selon les fréquences auto-déclarées de consommation de bio, n=34 629, NutriNet-Santé	232
Tableau 23 Pourcentage d'individus ayant eu des réponses correctes concernant le cahier des charges de la bio, selon les fréquences auto-déclarées de consommation de bio (score sur 7), n=34 629, NutriNet-Santé	233
Tableau 24 Coût du régime selon la part de bio dans le régime en quintiles, n=22 866, NutriNet-Santé.....	233
Tableau 25 Part de bio dans le régime (sans l'eau) selon les régions INSEE, n=28 245, NutriNet-Santé.....	234
Tableau 26 Indicateur de la diversité de la diète selon les quintiles de la part de bio dans le régime, n=28 245, NutriNet-Santé.....	234
Tableau 27 Synthèse des principaux résultats de ce travail de thèse et éléments de discussion	237

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 Emissions de gaz à effets de serre selon les secteurs économiques (source : GIEC 2014).....	20
Figure 2 Limites planétaires (source : Nature 2009).....	21
Figure 3 Les dimensions des régimes alimentaires durables (source : FAO/Bioversity 2010).....	22
Figure 4 Présentation de quelques systèmes agricoles et place de l'AB dans les systèmes agricoles. Tentative de distinguer certains termes couramment utilisés (les flèches indiquent le passage d'un type d'agriculture à un autre) (source : adapté de TECA, Technologies and practices for small agricultural producers, FAO).....	26
Figure 5 Surfaces cultivées en bio et part dans le territoire agricole dans chaque pays de l'UE (source : Agence Bio).....	31
Figure 6 Répartition départementale du nombre de fermes biologiques au 30 juin 2016 et évolution au cours du 1 ^{er} semestre 2016 (source : Agence Bio).....	32
Figure 7 Evolution du chiffre d'affaires bio par circuit de distribution de 1999 à 2016 en millions d'euros (source : Agence Bio).....	34
Figure 8 Facteurs pouvant influencer la relation consommation de bio et santé.....	46
Figure 9 Résumé de la relation entre les polluants organiques persistants et le diabète de type II avec les mécanismes potentiels (source: D.-H. Lee et al 2014).	57
Figure 10 Présentation des différentes tâches du projet BioNutriNet	65
Figure 11 Synthèse des objectifs de ce travail de thèse.....	67
Figure 12 Exemple de saisie d'aliments et de boissons de l'outil d'enregistrement de 24h	73
Figure 13 Exemple de photographie issue de l'outil d'enregistrement de 24h visant à estimer la taille des portions	74
Figure 14 Extrait du FFQ bio. Pour chaque item consommé, les participants devaient compléter la quantité, la fréquence et la fréquence de consommation en bio.....	78
Figure 15 Extrait du FFQ bio. Pour huit catégories d'aliments qui ne sont pas consommées selon des portions standards, le questionnaire présentait des photographies	79
Figure 16 Questionnaire sur les attitudes vis-à-vis du bio : Partie relative à la reconnaissance des labels issue du questionnaire sur les attitudes vis-à-vis du bio.....	83
Figure 17 Sélection de l'échantillon d'étude de l'article 2 (à gauche) et de celui des articles 1, 3, 4, 5 et 6 (à droite)	91
Figure 18 Répartition de la typologie de mangeurs.....	159
Figure 19 Association entre la part de bio modélisée en tant que variable continue et le syndrome métabolique, stratifiée selon différents facteurs du mode de vie, n=8 174, NutriNet-Santé.....	214
Figure 20 Sélection de l'échantillon relatif à l'étude clinique.....	218
Figure 21 ΣEP selon le groupe <i>bio</i> ou <i>conventionnel</i> , n=300, NutriNet-Santé	225
Figure 22 ΣMP selon le groupe <i>bio</i> ou <i>conventionnel</i> , n=300, NutriNet-Santé.....	225
Figure 23 ΣDAP selon le groupe <i>bio</i> ou <i>conventionnel</i> , n=300, NutriNet-Santé.....	225
Figure 24 Pourcentages d'individus selon les raisons de consommation de produits bio, NutriNet-Santé, n=30 048	229
Figure 25 Pourcentages d'individus selon les raisons de non-consommation de bio, NutriNet-Santé, n=4 653 ...	230
Figure 26 Antériorité de la consommation de produits bio chez les consommateurs déclarant consommer de temps en temps des produits bio, n=21 099, NutriNet-Santé.....	231
Figure 27 Antériorité de la consommation de produits bio chez les consommateurs déclarant consommer la plupart du temps des produits bio, n=8 906, NutriNet-Santé	232

LISTE DES ABREVIATIONS

3-PBA, Acide 3-phénoxybenoïque

4-F-3-PBA, Acide 4-fluoro-3-phénoxybenzoïque

AE, Apports Energétiques

AGMI, Acides gras monoinsaturés

AGPI, Acides gras polyinsaturés

AGPI n-3, Acides gras polyinsaturés oméga-3

AGS, Acides gras saturés

ALA, Acide α -linoléinique

AMAP, Association pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne

ANCOVA, Analyse de covariance

ANR, Agence Nationale de la Recherche

ANSES, Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail

BE, Besoins énergétiques

BMR, Métabolisme de base (Basal Metabolic Rate)

CEE, Communauté Economique Européenne

C-HDL, Cholestérol des lipoprotéines de haute densité (High-density lipoprotein cholesterol)

C-LDL, Cholestérol des lipoprotéines de faible densité (Low-density lipoprotein cholesterol)

CNIL, Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés

CSP, Catégorie socioprofessionnelle

DAP, Dialkylphosphate

DEDTP, Diéthyldithiophosphate

DEP, Diéthylphosphate

DETP, Diéthylthiophosphate

DHA, Acide docosahexaénoïque (DocosaHexaenoic Acid)

DMDTP, Diméthyldithiophosphate

DMP, Diméthylphosphate

DMTP, Diméthylthiophosphate

EFSA, Autorité européenne de sécurité des aliments (European Food Safety Authority)

Σ EP, Diéthyl DAP totaux

EPA, Acide eicosapentaénoïque (EicosaPentaenoic Acid)

FAO, Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organization of the United Nations)

FFQ bio, Questionnaire de fréquence alimentaire bio (Organic Food Frequency Questionnaire)

FNAB, Fédération Nationale de l'Agriculture Biologique

GIEC, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

GMS, Grandes et moyennes surfaces

IC, Intervalle de Confiance

IMC, Indice de Masse Corporelle

INSEE, Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

LA, Acide linoléique (Linoleic Acid)

LD, Limite de Détection

LQ, Limite de Quantification

ΣMP, Diméthyl DAP totaux

mPNNS-GS, modified Programme National Nutrition Santé-Guideline Score

N/A, Non Applicable

OGM, Organismes Génétiquement Modifiés

OP, Organophosphorés

PAD, Pression Artérielle Diastolique

PAL, Niveau d'activité physique (Physical Activity Level)

PANDiet, Probability of Adequate Nutrient Intake Dietary Score

PAS, Pression Artérielle Systolique

PNNS, Programme National Nutrition Santé

PNNS-GS, Programme National Nutrition Santé-Guideline Score

POP, Polluants Organiques Persistents

PR, Prévalence Ratios

RC, Rapport de Cotes

SP, Score de Propension

TECA, Technologies et pratiques pour les petits producteurs agricoles

ZEAT, Zone d'Etudes et d'Aménagement du Territoire

PREAMBULE

La population ne cesse de croître ; nous serons 9,5 milliards en 2050 et nos modèles alimentaires dans les pays occidentaux ne sont pas durables sur le long terme. Enjeux environnementaux, nutritionnels et sanitaires, il est urgent de repenser nos modèles alimentaires. La consommation de produits issus de l'agriculture biologique, en forte augmentation en France ces dernières années, s'inscrit dans un contexte où l'intérêt public est croissant. Au début de ce travail de thèse en janvier 2014, l'agriculture biologique en France représentait 3,8% des surfaces agricoles utiles, elle atteint aujourd'hui presque 6%. Parallèlement à cette croissance inégalée de la production, la demande semble suivre ou inversement (+ 20 % de croissance du marché bio au 1^{er} semestre 2016 par rapport au 1^{er} semestre 2015).

Paradoxalement, la consommation d'aliments biologiques et sa part relative dans le régime alimentaire n'ont fait l'objet que de peu de recherches. Il en est de même concernant les profils et les motivations de tels consommateurs qui n'ont été que rarement décrits à grande échelle. Il est pourtant indispensable de caractériser ces consommateurs afin de pouvoir analyser les effets potentiels d'un régime bio sur la santé.

Dans ce contexte, l'objectif de cette thèse est l'étude et la caractérisation des profils des consommateurs de produits issus de l'agriculture biologique sur le plan nutritionnel, de la santé et des pratiques.

Dans un premier temps, nous rappellerons les enjeux de durabilité auxquels sont confrontés les systèmes alimentaires actuels. Nous ferons ensuite un tour d'horizon de l'agriculture biologique : ses origines, son cahier des charges. Nous présenterons également le marché actuel des produits bio et les caractéristiques de ses consommateurs. Enfin, nous nous intéresserons aux principaux travaux sur la qualité des produits et ceux ayant étudié le lien entre consommation de produits issus de l'agriculture biologique et la santé. Dans un second temps, nous présenterons l'étude NutriNet-Santé, grande cohorte en population générale sur laquelle est basée cette thèse et expliciterons les méthodes de collecte et de traitement de données ayant été utilisées. Les conclusions de cinq articles relatifs à la consommation des produits issus de l'agriculture biologique et aux profils consommateurs seront présentées. Les résultats relatifs à des marqueurs de santé de consommateurs seront également exposés et discutés.

***INTRODUCTION ET ETAT DE
L'ART***

I. Non durabilité des systèmes alimentaires

A. Contexte et enjeux

Les modèles alimentaires dans les pays développés et leur expansion dans les pays en développement soulèvent des problèmes majeurs en matière tant environnementale que de santé publique.

1) Coûts sanitaire et nutritionnel

Malgré un recul notable observé ces deux dernières décennies, le nombre de personnes sous-alimentées dans le monde demeure élevé (FAO Statistical Database 2015; Programme alimentaire mondial 2015). Paradoxalement, alors que près de 800 millions de personnes souffrent de la faim plus de 1,9 milliards d'individus sont en surpoids ou obèses (WHO 2014) et deux milliards souffrent de carences en micronutriments. La convergence des modèles alimentaires vers des modèles occidentaux (énergétiquement denses et de faible qualité nutritionnelle) génère une augmentation alarmante du nombre de personnes en surpoids et obèses dans les pays en développement et en transition nutritionnelle¹ où surconsommation et sous-nutrition coexistent (Hawkes et al. 2009) ; jouant un rôle majeur dans le développement de maladies chroniques (Cordain et al. 2005; Joint WHO-FAO Expert Consultation on Diet 2003; Lim et al. 2012).

2) Coût socioéconomique de l'insécurité alimentaire

Des inégalités socioéconomiques criantes persistent dans la distribution de l'offre alimentaire : les dix plus grandes entreprises agroalimentaires produisent ainsi quotidiennement pour plus de 1,1 milliard de dollars d'aliments (OXFAM 2013) alors que plus d'un milliard de personnes dont la seule source de subsistance est l'agriculture vivrière vivent avec moins de 1,25 dollars par jour (IFAD/UNEP 2013).

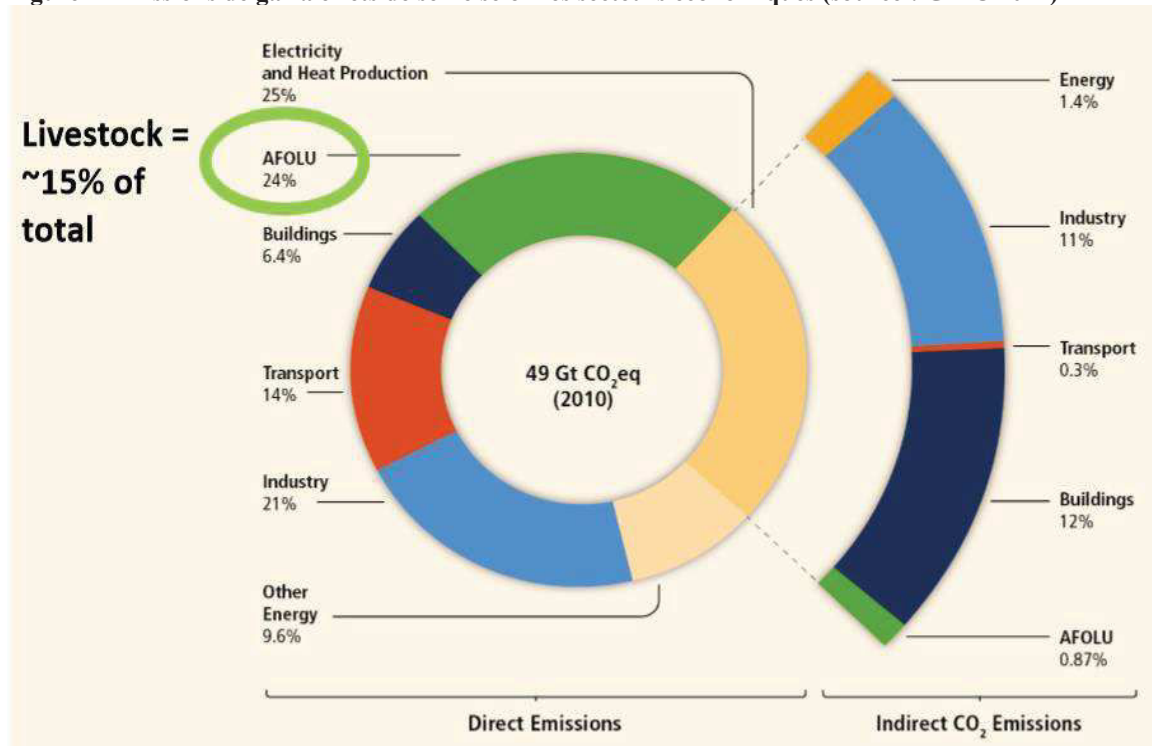
¹ La transition nutritionnelle désigne les changements de profils nutritionnels qui résultent de modifications des régimes alimentaires en lien avec des changements socioéconomiques et démographiques interférant avec l'état de santé (substitution croissante des calories d'origine animale aux calories d'origine végétale dans les populations dont le niveau de vie augmente) (Popkin, 1994)

Paradoxalement, près d'un tiers de la production alimentaire est gaspillée dans les pays à revenus élevés et intermédiaires (Parry, Okawa, et Bleazard 2015).

3) Coût environnemental

Les industries agro-alimentaires ont également développé une très forte dépendance aux énergies fossiles et génèrent des effets incontestablement négatives sur l'environnement (Tilman et Clark 2014). Les systèmes agricoles et alimentaires contribuent ainsi à hauteur de 20-30% à l'émission des gaz à effets de serre et le bétail à hauteur de 15% (Figure 1).

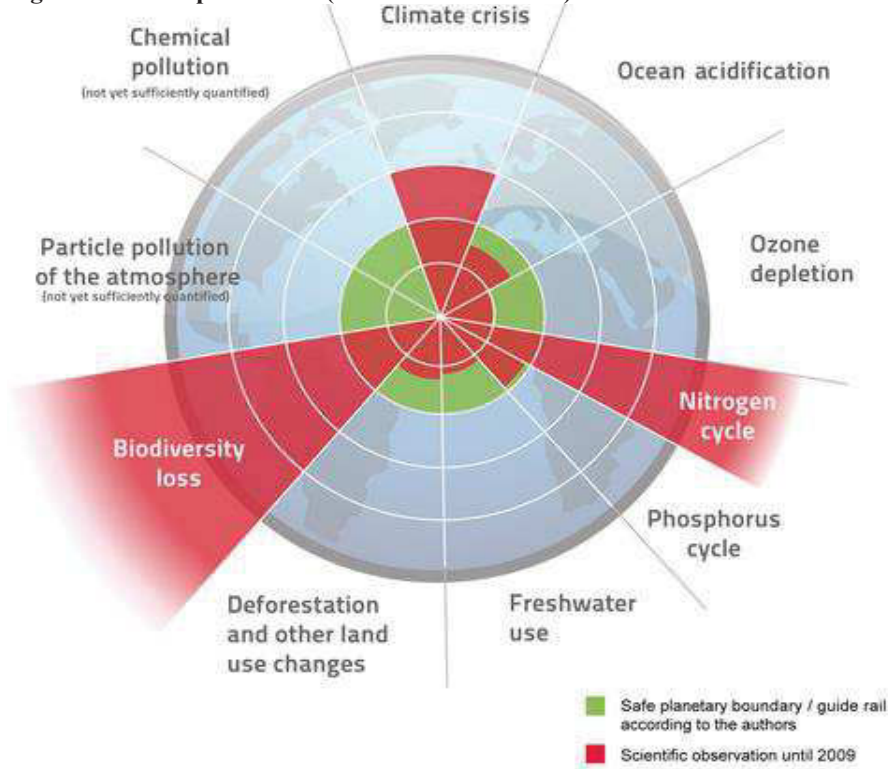
Figure 1 Emissions de gaz à effets de serre selon les secteurs économiques (source : GIEC 2014)



AFOLU, Agriculture, Forestry and Other Land Uses

L'agriculture constitue également un des principaux moteurs de déforestation et de perte de biodiversité (30% de la perte de la biodiversité est liée à l'élevage) et représente dans sa forme actuelle une menace pour les ressources mondiales en eau potable (Garnett 2013; Lang 2014; Tilman et Clark 2014; Vermeulen, Campbell, et Ingram 2012). Près de la moitié des limites planétaires à ne pas dépasser pour pouvoir vivre dans un écosystème sûr sont déjà franchies (Figure 2).

Figure 2 Limites planétaires (source : Nature 2009)



L'augmentation de la population (9,6 milliards d'ici 2050 selon les dernières estimations de l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)) et du niveau de vie impliquent l'apparition de nouvelles demandes et les systèmes actuels sont assurément peu pérennes et peu résilients (capacité d'un système à retrouver un état d'équilibre après avoir subi une perturbation ou une crise) (Burlingame 2012). Alors que certains préconisent une intensification de l'agriculture pour nourrir la planète (Pickett 2013), d'autres prônent des modèles plus durables (De Schutter 2010).

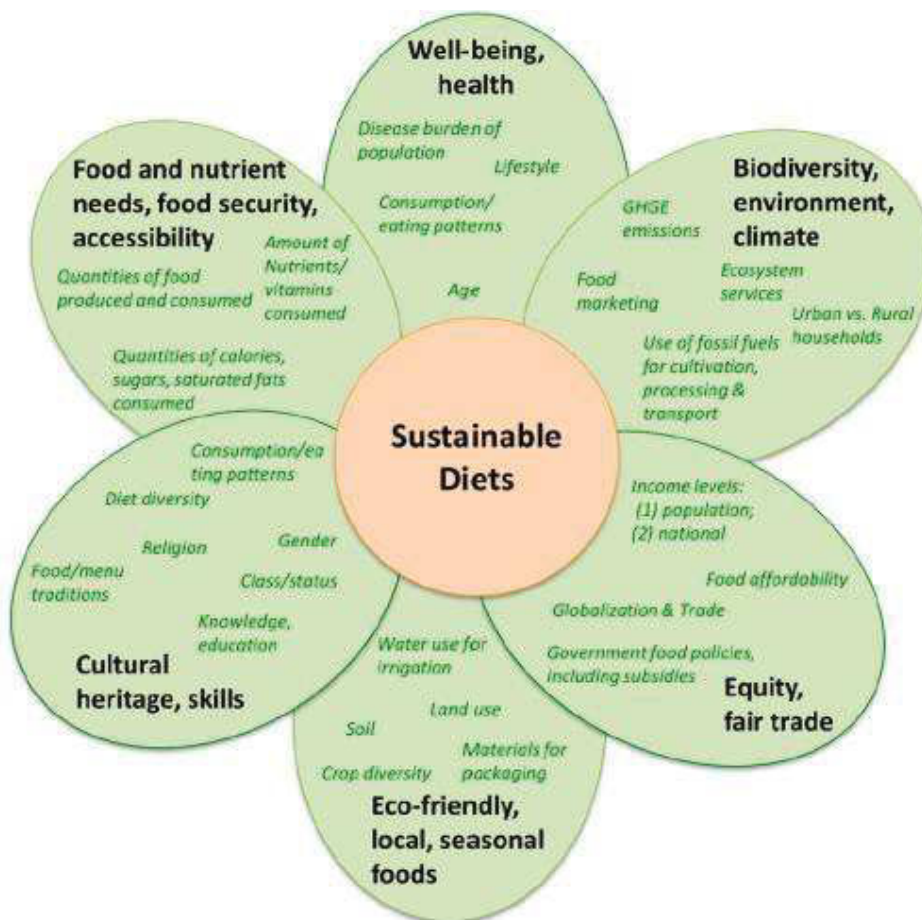
B. Définition des régimes alimentaires durables

Prenant en compte les différentes dimensions évoquées infra (environnementale, sanitaire, économique et sociale), la FAO a défini lors d'un symposium en 2010 les régimes durables comme étant « ceux » :

« ayant de faibles conséquences sur l'environnement, qui contribuent à la sécurité alimentaire et nutritionnelle ainsi qu'à une vie saine pour les générations présentes et futures. Les régimes alimentaires durables contribuent à protéger et à respecter la biodiversité et les écosystèmes, sont culturellement acceptables, économiquement équitables et accessibles, abordables, nutritionnellement sûrs et sains, et permettent d'optimiser les ressources naturelles et humaines. » (Burlingame 2012)

La Figure 3 décrit les dimensions intégrées dans la définition de la FAO.

Figure 3 Les dimensions des régimes alimentaires durables (source : FAO/Bioversity 2010)



II. La Bio ² : perspective historique et cadre réglementaire

Dans les pays occidentaux, les systèmes agricoles et alimentaires très fortement industrialisés ont fait montre de leur efficacité pour rendre davantage de denrées alimentaires disponibles à bas coût. Toutefois, le contexte évoqué plus haut appelle à une complète remise en question de ces modèles. En France, l'agriculture biologique s'est construite dans les années 1950 en réaction à l'évolution productiviste de l'agriculture (FNAB 2016).

A. Les racines de la bio

1) Les origines

Différents mouvements sont à l'origine de l'agriculture biologique en Europe. Tous s'opposent à l'intensification de l'agriculture et à l'utilisation d'intrants chimiques de synthèse. Parmi les pionniers de ce courant figurent l'Autrichien Rudolph Steiner, anthroposophe ³ et père de la biodynamie, l'Anglais Albert Howard fondateur de l'agriculture dite *organique* ou encore le Suisse Hans Müller à l'origine du mouvement organo-biologique.

La biodynamie, tradition initiée par Rudolph Steiner dans les années 1920 repose sur des bases agronomiques (compostage, travail du sol raisonné, non-utilisation de produits de synthèse lors des traitements contre les maladies etc.) mais également des principes ésotériques (analyse des cycles lunaires). Ce mouvement est à l'origine de la création du label *Demeter* en 1928 qui permet d'identifier les produits d'origine biodynamique. L'approche organique d'Howard, quant à elle, est à l'origine de la fondation de la *SOIL ASSOCIATION* en Grande Bretagne en 1946 et préconise un retour à la terre et la revalorisation des techniques agricoles via la fertilisation organique. Le mouvement impulsé par le Dr Hans Müller présente un projet plus global puisque ses objectifs sont également sociaux et politiques (volonté de renouer le lien entre producteur et consommateur, réduction de la dépendance des producteurs pour l'achat d'intrant etc.). Ce courant donnera naissance à l'association *BIOLAND* en

² Dans le présent manuscrit, les termes « la Bio », « bio », ou « AB » sont utilisés indifféremment et désignent l'agriculture biologique et les produits issus de celle-ci.

³ Courant de pensée développé par Rudolph Steiner appliqué dans divers domaines comme les écoles Steiner ou l'agriculture biodynamique.

Allemagne et aux coopératives Müller (AFSSA 2003; Agence Bio 2016; Conseil National de l'Alimentation 2015; FNAB 2016).

En France, c'est à partir des années 1950, en réponse à la course aux rendements initiée au sortir de la seconde guerre mondiale et au développement de l'agrochimie qu'émerge l'agriculture biologique. Il s'agit d'une prise de conscience de la part de paysans, d'agronomes et de nutritionnistes désireux de développer l'agrobiologie mais également de médecins et de consommateurs, préoccupés par leur santé. On distingue deux tendances, l'une technique et économique dont la méthode Lemaire-Boucher (basée sur la biodynamie) est emblématique (dans l'Ouest) et l'autre présentant un projet de société plus global, qui donnera naissance à l'association *Nature & Progrès* en 1964. La Fédération internationale des mouvements d'agriculture biologique (IFOAM), dont le but est de réunir et coordonner les organisations du secteur bio, est fondée en 1972 sous l'impulsion de *Nature et Progrès*.

Le contexte des années 1960 et 1970 (mouvements contestataires de la société consumériste et productiviste, crise pétrolière) et la publication de livres comme *le Printemps silencieux* sur les conséquences du DDT de Rachel Carson est à l'origine d'une prise de conscience et alertent l'opinion publique. L'agriculture biologique semble alors de plus en plus considérée comme une alternative intéressante à l'agriculture conventionnelle⁴. On assiste dès lors à une amorce de structuration institutionnelle avec la création de la FNAB (Fédération Nationale d'Agriculture Biologique des régions de France) en 1978 qui vise à réunir les producteurs biologiques selon des critères géographiques (FNAB 2016).

Encart historique – Dates clé de l'AB

Années 1920 : Séminaire de conférences de Rudolph Steiner fondateur de l'anthroposophie où sont développés les principes de la biodynamie, naissance de la marque *Demeter*

1930 : Premiers pesticides chimiques de synthèse

1931 : Raoul Lemaire boulanger français vend du pain naturel

1937 : Publication de *La fécondité de la terre* d'Ehrenfried Pfeiffer

1940 : Publication du *Testament agricole* d'Albert Howard

1955 : Commercialisation des fongicides

1962 : Publication de *Printemps silencieux* de Rachel Carson

1964 : Fondation de l'association *Nature et Progrès* par des paysans, des consommateurs, des médecins, des agronomes et des nutritionnistes, association au

⁴ Dans le présent manuscrit, le terme *conventionnel* désigne l'agriculture qui fait 'convention' et les aliments issus de ce mode de production et qui ne relèvent donc pas de l'agriculture biologique et par extension ses consommateurs.

service du développement de l'agrobiologie

1972 : Création de la Fédération internationale des mouvements d'agriculture biologique (IFOAM)

1978 : Création de la Fédération nationale d'agriculteurs biologiques (FNAB)

1980/81 : Reconnaissance officielle de l'AB en France

1991 : Reconnaissance officielle de l'agriculture biologique par la Communauté économique européenne (CEE)

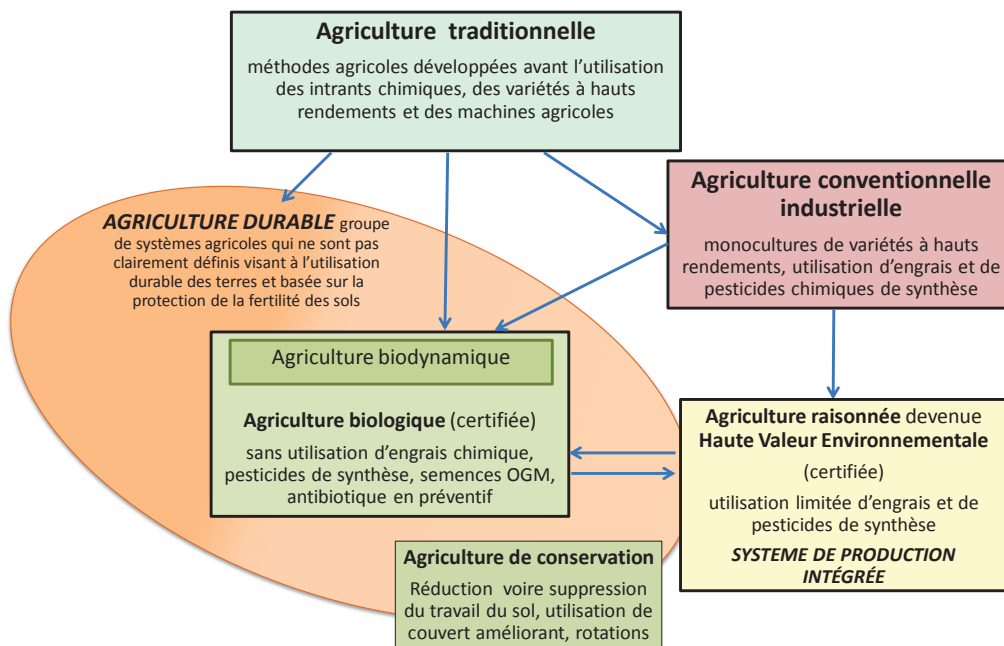
2009 : Harmonisation européenne - Le règlement CE n° 834/2007 du Conseil du 20 juillet 2007 modifié constitue, le règlement cadre de la production biologique et de l'étiquetage des produits biologiques.

2) L'institutionnalisation

C'est à partir des années 1980 qu'a lieu la reconnaissance institutionnelle de l'agriculture biologique. En 1981, l'Etat français reconnaît officiellement l'agriculture biologique dans le cadre de la loi d'orientation agricole et le logo AB est créé en 1984/1985 (Conseil National de l'Alimentation 2015). En 1991, la CEE reconnaît l'agriculture biologique au niveau communautaire. L'Agence Bio, plateforme nationale d'information et d'actions pour le développement de l'agriculture biologique en France, est créée en 2001. Un nouveau cadre réglementaire européen est adopté en 2007 et entre en vigueur en 2009. Il est alors créé le logo européen « Euro-feuille » qui devient obligatoire en 2010 sur les produits issus de l'agriculture biologique. A partir du 1^{er} janvier 2009, le règlement CE n° 834/2007 du Conseil du 28 juin 2007 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques vient remplacer les réglementations européenne et nationales antérieures (Règlement (CE) No 834/2007 du Conseil 2007).

Cette reconnaissance est également un enjeu affiché des gouvernements avec la mise en œuvre de différentes politiques incitatives comme le plan *Ecophyto* (visant à réduire l'utilisation de pesticides d'ici 2018) ou le *Programme Ambition Bio 2017* (dont les principaux objectifs sont le doublement de la part des surfaces en bio d'ici fin 2017 et le développement de la consommation). Ces différents programmes s'inscrivent dans les objectifs fixés par le Grenelle de l'Environnement lancé en 2007. La Figure 4 présente quelques systèmes agricoles connus et la place de la bio dans ceux-ci.

Figure 4 Présentation de quelques systèmes agricoles et place de l'AB dans les systèmes agricoles. Tentative de distinguer certains termes couramment utilisés (les flèches indiquent le passage d'un type d'agriculture à un autre) (source : adapté de TECA, Technologies and practices for small agricultural producers, FAO)



B. Cahier des charges européen

Depuis 2009, bien que des cahiers des charges nationaux et privés subsistent, pouvant s'avérer plus contraignants, ils ne se substituent pas au règlement CE n°834/2007 et à ses règlements d'application qui régissent le mode de production biologique. La réglementation européenne encadre les principes de production, d'élevage, de préparation, de distribution, d'importation, de contrôle, de certification, de sanction et d'étiquetage ainsi que les listes positives de produits, additifs et auxiliaires autorisés.

Le règlement CE n°834/2007 définit le mode de production biologique comme suit :

« La production biologique est un système global de gestion agricole et de production alimentaire qui allie les meilleures pratiques environnementales, un haut degré de biodiversité, la préservation des ressources naturelles, l'application de normes élevées en matière de bien-être animal et une méthode de production respectant la préférence de certains consommateurs à l'égard des produits obtenus grâce à des substances et des procédés naturels. »

— Règlement (CE) N°834/2007 du Conseil de l'Union européenne

Les Tableaux 1 et 2 présentent les principales caractéristiques culturelles et d'élevage définies par le cahier des charges. Pour certains critères, il s'agit d'exigences de moyens plus que de fins.

Tableau 1 Principales caractéristiques des pratiques agricoles du cahier des charges européen (source : adapté du site internet de la FNAB)

Conversion	Fertilité et activité du sol	Protection des cultures	Lien au sol et mixité	Semences
Phase de 2 ans avant ensemencement pour les surfaces annuelles	Rotations longues des cultures, comprenant des légumineuses, des engrais verts et l'épandage d'effluents bio. Si ces méthodes ne suffisent pas, d'autres engrais peuvent être utilisés, y compris des effluents conventionnels	Basée sur la protection par des auxiliaires naturels, le choix des espèces et des variétés culturales, la rotation des cultures, les techniques culturales, le travail du sol et les procédés thermiques	L'hydroponie est interdite La mixité de production bio/conv est interdite sur les mêmes variétés ou des variétés non distinguables à l'œil nu.	Les semences et matériels de reproduction végétative doivent être bio. Des dérogations sont possibles en cas d'indisponibilité
Phase de 3 ans avant la récolte pour les surfaces pérennes	d'origine non industrielle, à condition qu'ils soient dans la liste positive dédiée. Azote minéral interdit	Seules les spécialités commerciales autorisées à la mise sur le marché et conformes à la réglementation bio peuvent être utilisées	Pour des variétés différentes, la mixité est possible à condition de bien séparer les unités	Organismes génétiquement modifiés (OGM) interdits

Tableau 2 Principales caractéristiques des pratiques d'élevage du cahier des charges européen (source : adapté du site internet de la FNAB)

Conversion	Alimentation	Bien être	Santé	Effluents
	3 grands principes :			
Phase de 2 ans pour les pâturages, parcours et aires d'exercices extérieures (réduites sous certaines conditions)	- bio à 100% pour les herbivores et pour les monogastriques (des exceptions existent pour les années de conversion)	Densité limitée, bâtiments adaptés Accès au plein air, pâturages pour les herbivores	Traitements homéopathiques et phytothérapeutiques sont prioritaires	Le chargement global doit être tel que la quantité d'effluents ne dépasse pas 170 kg d'N/ha/an (surface épandable)
Durée variable selon les espèces Les animaux doivent naître et être élevés en bio mais il est toutefois possible d'acheter des animaux conventionnels si des animaux bio ne sont pas disponibles	- adaptée à l'animal : 60% minimum de fourrages grossiers pour les herbivores, lait naturel - produite principalement sur la ferme, ou dans la région ou dans des régions proches	La reproduction recourt de préférence à des méthodes naturelles Seul un petit nombre de mutilations sont autorisées	Traitements allopathiques chimiques (y compris antibiotiques) ne sont autorisés qu'en curatif	Les effluents excédentaires doivent être contractualisés avec une autre exploitation pour être épandus sur des surfaces bio
La mixité de production bio/non bio est interdite sur les mêmes espèces. Pour des espèces différentes, la mixité est possible à condition de bien séparer les unités.	Utilisation de produits uniquement inscrits dans la liste dédiée	Pas de traitements à base d'hormones ou de substances analogues, sauf dans le cadre d'un traitement vétérinaire individuel. Le clonage et le transfert d'embryons sont interdits.	Vaccination autorisée	
	OGM interdits			

En ce qui concerne la transformation, la réglementation exige que 95% des matières premières soient issues de l'agriculture biologique. Les additifs de synthèse sont interdits et les additifs, auxiliaires technologiques, arômes, ne peuvent être utilisés que s'ils sont mentionnés dans la liste de produits autorisés. Pour les produits contenant moins de 95% d'ingrédients bio, les ingrédients bio peuvent être précisés dans la liste des ingrédients. La mixité est possible sous certaines conditions. Les OGM sont interdits mais le seuil de présence fortuite de 0,9% est autorisé. Si le seuil est supérieur à ce dernier, le produit est déclassé en conventionnel (Agence Bio 2015b). Chaque opérateur se doit de faire appel à un organisme certificateur agréé par les pouvoirs publics (Institut national de l'origine et de la qualité) et accrédités selon la norme EN 45011 (Agence Bio 2015b) au moins une fois par an. Les organismes certificateurs délivrent les autorisations d'utilisation sur les étiquetages, par délégation du Ministère de l'agriculture. Il s'agit d'une démarche volontaire et à la charge de l'opérateur. Le principal organisme de certification français est *Ecocert*. Pour pouvoir être étiqueté bio, un produit doit contenir au moins 95% d'ingrédients bio. Le logo européen (Euro-feuille) est obligatoire depuis le 1^{er} juillet 2010. Le logo AB peut être utilisé mais demeure facultatif (Conseil National de l'Alimentation 2015). Certaines critiques émergent concernant le nouveau label européen notamment sur possibilité de ne convertir que des parties de l'exploitation ou la provenance de l'alimentation animale etc.

Le terme «*Bio*» désigne donc initialement un terme de labellisation qui indique que les aliments ont été produits conformément à la réglementation en vigueur évoquée plus haut. Il n'y a, par exemple, aucune exigence de commerce équitable pour les produits bio. Au cours de ce travail de thèse, le terme bio fait référence au label, point clairement explicité dans les questionnaires. Le choix s'est porté sur cette acception afin d'obtenir une définition « standardisée ». Cette définition ne prend pas forcément en compte toutes les diversités de pratiques que revêt la bio.

III. La Bio : de la production...

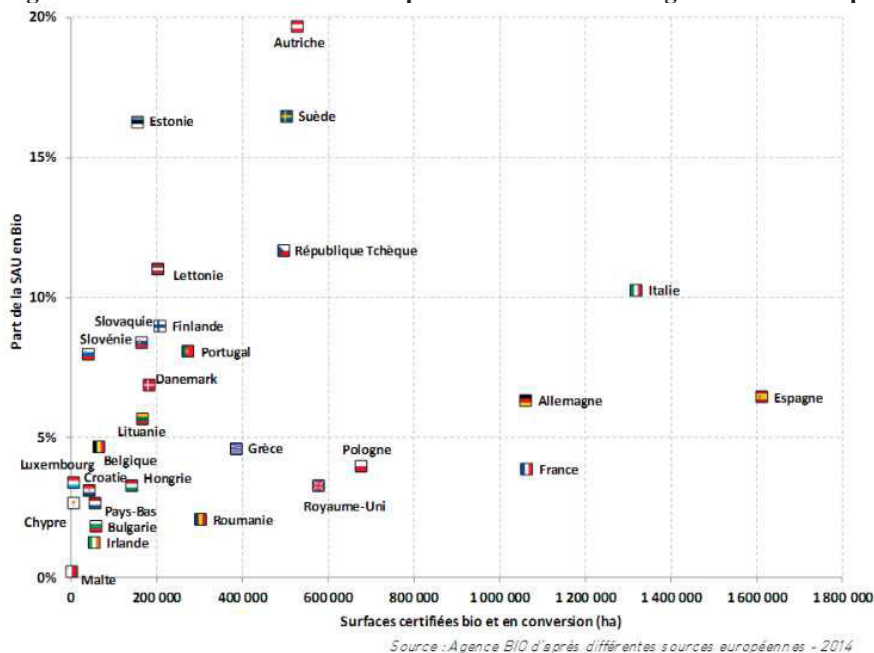
Les pratiques culturales différentes entre les systèmes agricoles conventionnel et bio entraînent des différences de rendement à l'hectare. Une méta-analyse publiée dans *Nature* a ainsi montré qu'en moyenne les rendements étaient plus faibles en bio (5 à 34%). Toutefois, ces différences de rendement sont très fortement liées au contexte et dépendantes des caractéristiques du système étudié, sous certaines conditions la bio pouvant presque atteindre son homologue conventionnel (Seufert, Ramankutty, et Foley 2012). Concernant les impacts environnementaux, les effets varient selon les

indicateurs choisis, ainsi il a été montré que l'agriculture biologique a des impacts positifs par unité d'hectare mais que cela semble être moins le cas par unité de produit (en raison des rendements plus faibles de la bio). Néanmoins les indicateurs concernant la biodiversité sont plutôt en faveur de l'agriculture biologique. Les impacts environnementaux des deux modes de production excèdent le cadre de ce travail de thèse et ne seront pas évoqués dans ce manuscrit.

A. Dans l'Union Européenne

La forte augmentation de la demande et donc de la production d'aliments issus de l'agriculture biologique dans l'Union Européenne et notamment en France ces dernières années s'inscrivent donc dans ce contexte d'un intérêt accru de la part des acteurs institutionnels (comme des consommateurs comme nous le verrons ensuite). Un rapport de l'Agence Bio indique qu'entre 2000 et 2013, les surfaces bio ont été multipliées par 2,4 dans l'ensemble des 28 pays de l'Union Européenne. En 2013, la bio représentait 5,7% des exploitations agricoles (pour 27 Etats membres) (Agence Bio 2015a). La France se plaçait dans les trois premiers pays de l'Union Européenne des plus grandes surfaces agricoles utiles (SAU) certifiées bio et en conversion, l'Autriche en première position en termes de part de SAU et l'Espagne présentait la plus grande SAU (Figure 5).

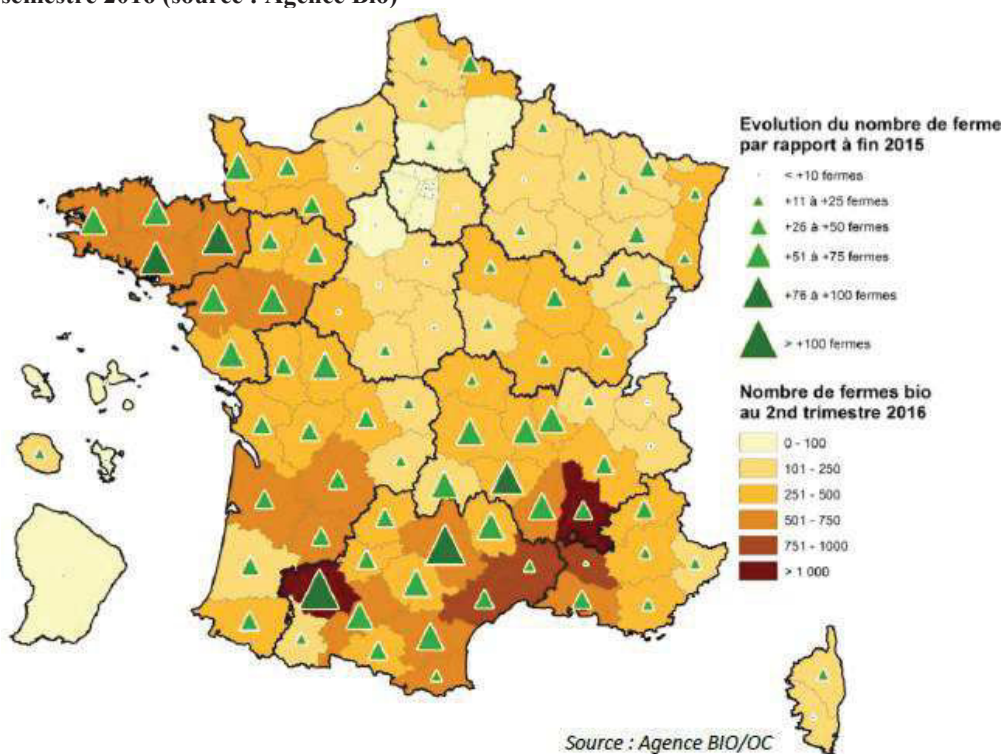
Figure 5 Surfaces cultivées en bio et part dans le territoire agricole dans chaque pays de l'UE (source : Agence Bio)



B. En France

Selon un récent communiqué de presse de l'Agence Bio⁵ en France qui donne de premières estimations pour le premier semestre 2016, la France comptait **5,8%** du territoire agricole en bio (vs. 2% fin 2007), totalisant ainsi **1,57 million d'hectares** de surfaces en bio au 30 juin 2016 (+20% par rapport à 2015). La place de la bio diffère selon les types de production et les régions, comme illustré Figure 6.

Figure 6 Répartition départementale du nombre de fermes biologiques au 30 juin 2016 et évolution au cours du 1^{er} semestre 2016 (source : Agence Bio)



Par ailleurs, selon les chiffres de 2014 (Agence Bio 2016) plus de 20% des légumes secs et plus de 13% des plantes à parfums, aromatiques et médicinales sont produits en bio. Les vignobles français comptent 8% de leur surface en bio. L'apiculture (12,6%) et la production d'œufs (8%) sont les productions animales les plus développées en bio tandis que les autres secteurs sont en forte croissance (notamment l'élevage bovin allaitant et l'élevage ovin laitier).

⁵ Chiffres issus du dernier communiqué de presse de l'Agence Bio datant du 22 septembre 2016. Disponible au lien suivant : http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/dp_bio_conf_septembre_200916_0.pdf

IV. ... à la consommation

A. Les ventes et le marché bio en France

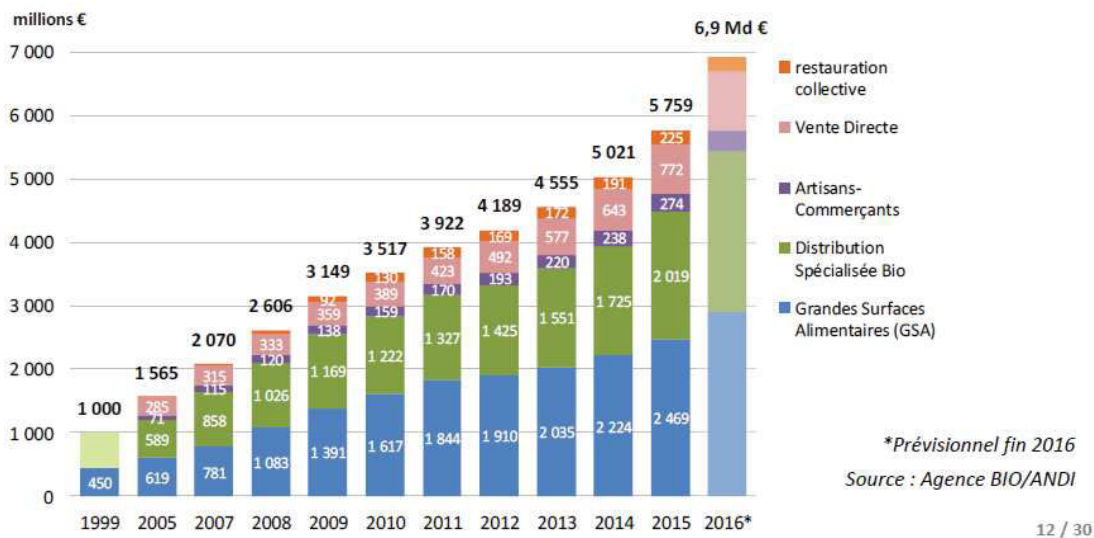
Le marché du bio en France est en forte progression : il a doublé entre 2007 et 2012 (+10% en 2015 par rapport à 2014) et pesait 5,5 milliards d'euros en 2015. Par ailleurs, les premiers chiffres dévoilés lors d'un communiqué de presse par l'Agence Bio en septembre 2016 ⁶ révèlent +20% de croissance du marché bio au 1er semestre 2016 par rapport au 1er semestre 2015. Le marché bio représenterait 6,9 milliards d'euros en 2016.

S'il constitue désormais un secteur économique à part entière, il ne représente toutefois que 2,5% du marché alimentaire français à domicile selon les chiffres de l'année dernière de l'Agence Bio (Agence Bio 2016). Les filières bio se développent en amont comme en aval. On assiste donc ces dernières années à une diversification des acteurs comme des circuits de distribution (Agence Bio 2016). Les canaux de distribution du bio, notamment en vente directe sont très variés, ce qui constitue une spécificité de la France (Figure 7). Fin 2015, la vente directe était pratiquée par plus de la moitié des producteurs bio mais ce taux variait selon les régions et les secteurs. Selon les premiers chiffres de 2016 de l'Agence Bio, les grandes et moyennes surfaces (GMS) demeurent les lieux d'approvisionnement privilégiés en bio en volume mais les ventes ont progressé dans tous les circuits de distribution et particulièrement en vente directe (+11,5%) et en magasins bio spécialisés (+25%).

Par ailleurs, plus des $\frac{3}{4}$ des produits bio sont issus de production française et la moitié des produits importés sont des produits exotiques et un cinquième sont les fruits et légumes frais (Agence Bio 2016).

⁶ Chiffres issus du dernier communiqué de presse de l'Agence Bio datant du 22 septembre 2016. Disponible au lien suivant : http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/dp_bio_conf_septembre_200916_0.pdf

Figure 7 Evolution du chiffre d'affaires bio par circuit de distribution de 1999 à 2016 en millions d'euros (source : Agence Bio)



12 / 30

La part de bio est variable suivant les secteurs alimentaires : la bio constitue 20% du marché pour les œufs, presque 12% pour le lait et 7% pour les 14 types de fruits et légumes les plus consommés en France (hors agrumes) (Agence Bio 2016).

Selon la dernière édition du baromètre Agence Bio et de l'institut de sondage CSA (Agence Bio/CSA 2016) auprès de 1007 adultes français représentatifs de la population en 2015, les GMS représentent le principal lieu d'achat d'aliments bio pour 81% des individus interrogés. Les marchés (33%) et les magasins spécialisés (29%) sont les deuxième et troisième les plus fréquemment cités comme lieux d'approvisionnement principaux. Ces observations connaissent quelques inflexions suivant les groupes alimentaires.

B. Evaluation de la place du bio dans le régime alimentaire

Il n'existe pas d'évaluation précise de la quantité d'aliments consommés en bio au sein de larges études de cohorte alors que les effets de la consommation de bio sont probablement associés, non seulement à la quantité consommée en bio mais aussi au type de produit consommé (les effets de la consommation de fruits et légumes bio ne sont probablement pas les mêmes que celle d'œufs bio par exemple). De manière générale, les études de cohorte ayant évalué la consommation usuelle de bio au niveau

individuel se sont attachées à estimer la fréquence de consommation de bio pour quelques catégories alimentaires via des questions spécifiques indépendamment de la quantité consommée (Tableau 3).

Tableau 3 Description des questionnaires au sein de cohortes mesurant les fréquences de consommation de bio

Cohorte	Evaluation de la consommation alimentaire	Evaluation de la consommation de bio	Remarques
MoBA, cohorte norvégienne de plus de 110 000 femmes enceintes et leurs enfants (débutée en 1999)	Questionnaire de fréquence alimentaire comprenant 255 items	Pour 6 catégories d'aliments fréquence de consommation en bio : jamais ou rarement/parfois/souvent/la plupart du temps. Attribution de points de 0 à 3 (max de 18)	Somme des points. Fréquents consommateurs lorsque le score obtenu est supérieur à 6
NVSII, enquête nationale de nutrition allemande, population représentative de 15 000 individus (2005-2006)	Entretien via un logiciel (Diet-History Interview)	Chez les individus déclarant acheter bio, pour 12 catégories d'aliments - fréquence d'achat en bio : toujours/fréquemment/rarement/jamais Attribution de points de 1 à 4 (max de 4)	Calcul de quotients et constitution de 4 groupes selon le ratio obtenu : acheteurs intensifs, modérés et rares
DNBC, cohorte danoise de plus de 100 000 femmes enceintes (débutée en 1996)	Questionnaire de fréquence alimentaire comprenant 360 items	Pour 6 catégories d'aliments - fréquence de consommation en bio : jamais/parfois/régulièrement/toujours Attribution de points de 1 à 4 (max de 24)	Somme des points et constitution de 4 groupes selon le score obtenu : non, faible, modérée, fréquente consommation
NutriNet-Santé, cohorte française plus de 100 000 adultes, population générale (débutée en 2009)	Enregistrements de 24h	Pour 18 produits - fréquence de consommation en bio : la plupart du temps/occasionnellement/5 modalités de jamais dont les raisons variaient	Identification de 5 groupes : 3 groupes de non-consommateurs, un groupe de consommateurs occasionnels et un groupe de consommateurs réguliers via une analyse en composantes multiples
The Million Women Study, cohorte britannique de plus de 1 000 000 de femmes adultes (débutée en 1996)	Questionnaire de fréquence alimentaire	Une unique question sur la fréquence de consommation en bio : jamais/parfois/habituellement/toujours	

A notre connaissance, une seule étude réalisée en Australie chez un nombre limité de participants a décrit de manière précise la consommation usuelle d'aliments bio et sa part relative dans le régime alimentaire (Oates, Cohen, and Braun 2012). L'étude ciblait des consommateurs de bio réguliers.

Les participants (n=318) devaient tout d'abord estimer la proportion de leur diète qui était bio via des modalités de fréquence associé à des pourcentages (par exemple : [la proportion de mon alimentation n'était] *jamais* bio était associé aux pourcentages 0-10%).

Chez ces derniers 59% de la diète globale était consommée en bio. Parmi ceux-ci, 19 participants avaient complété 3 enregistrements de 24h afin d'estimer de manière quantitative la proportion des aliments qui étaient consommés en bio (63% de la diète). De manière générale, la proportion d'aliments consommés en bio était plus élevée pour les produits végétaux (fruits et légumes) (environ 80%) que pour les produits animaux (viandes et poisson) (environ 57%). Selon les auteurs, 65% du régime qui proviendrait de produits bio est un seuil réaliste pour définir les consommateurs de bio *dévoués*.

Selon la dernière édition du baromètre Agence Bio/CSA, 65% des personnes interrogées déclarent consommer bio régulièrement et 11% déclare ne jamais avoir consommé bio au cours des 12 derniers mois (contre 46% en 2011) (Agence Bio/CSA 2016). Il est important de noter que dans cette enquête le terme de « consommation régulière » était défini comme une consommation de bio « au moins une fois par mois » englobant ainsi des consommations très disparates.

D'après cette même enquête, 45% des consommateurs d'œufs bio les consomment uniquement en bio et 43 % des consommateurs de lait bio ne le consomme qu'en bio tandis que 54% des consommateurs de produits à base de soja bio les consomment uniquement en bio.

V. Les consommateurs de bio

Les études répertoriées ci-après incluent celles relatives aux consommateurs de bio comme les acheteurs indifféremment.

A. Caractéristiques des consommateurs/acheteurs de bio

1) Caractéristiques sociodémographiques/individuelles

Il n'existe pas de prototype unique du consommateur/acheteur de bio et les études dressent des portraits des statuts socio-économiques et démographiques des consommateurs de bio plutôt contrastés (Hughner et al. 2007). La conception générale d'un consommateur de bio *bobo* aisé (Costa, Zepeda, et Sirieix

2014; Lockie et al. 2002) et d'un bio réservé à une élite s'avère réductrice. D'après les études disponibles (aux méthodologies et échantillons variés), certaines tendances semblent toutefois émerger.

Les **femmes** encore majoritairement responsables de l'approvisionnement alimentaires dans les ménages, sont davantage enclines à acheter des produits bio (Bellows, Alcaraz V, et Hallman 2010; Isenhour et Ardenfors 2009; Lockie et al. 2002; Pearson, Henryks, et Jones 2011) et de manière générale à pratiquer des gestes dits écologiques.

La consommation de produits bio semble inversement corrélée à **l'âge** (Curl et al. 2013; Dettmann et Dimitri 2009; Petersen et al. 2013). Une étude réalisée en France estime toutefois qu'il n'existe pas de relation entre l'âge et la consommation de produits bio (Hassan et al. 2009) alors que d'autres indiquent une association positive pour les classes d'âge extrêmes (Eisinger-Watzl et al. 2015; Torjusen et al. 2010) et de surcroît différente selon le sexe (Kesse-Guyot, Péneau, et al. 2013).

Globalement, **un niveau d'éducation** plus élevé a été associé positivement à la consommation de produits bio (Curl et al. 2013; Dettmann et Dimitri 2009; Eisinger-Watzl et al. 2015; Hassan et al. 2009; Kesse-Guyot, Péneau, et al. 2013; Lockie et al. 2002; Pearson et al. 2013; Petersen et al. 2013; Schifferstein et Oude Ophuis 1998; Yiridoe, Bonti-Ankomah, et Martin 2005) même si cela n'est pas toujours le cas (Govindasamy et Italia 1999; Torjusen et al. 2010) tandis que les résultats sont moins évidents concernant le **revenu**.

En effet, certaines études montrent qu'un revenu plus élevé est positivement lié à la consommation de bio (Eisinger-Watzl et al. 2015; Petersen et al. 2013) d'autres négativement (Hoefkens et al. 2010; Torjusen et al. 2010) alors que certaines estiment qu'il s'agit d'un déterminant marginal (Curl et al. 2013; Hassan et al. 2009; Oates, Cohen, et Braun 2012) et pour d'autres il existe une sorte de seuil à la consommation de produits bio (Kesse-Guyot, Péneau, et al. 2013; Pearson et al. 2013). Il semblerait que passée cette barrière le revenu jouerait ensuite un faible rôle.

Concernant la **catégorie socioprofessionnelle**, des études ont montré une association positive entre le fait d'être étudiant et la consommation de bio (Pearson et al. 2013; Torjusen et al. 2010) et une autre que la consommation fréquente de produits bio était associée à des catégories socioprofessionnelles plus favorisées (Petersen et al. 2013) une autre qu'elle était liée avec le fait d'être au chômage (Pearson et al. 2013). Deux études réalisées chez des femmes enceintes (Petersen et al. 2013; Torjusen et al. 2010) ont rapporté un lien entre la consommation fréquente de produits bio et l'urbanisation du **lieu d'habitation**. En ce qui concerne **la taille du foyer**, Hassan et al. (Hassan et al. 2009) indiquent qu'il n'existe pas d'association tandis qu'une autre étude montre des achats plus fréquents en bio chez les individus ayant des enfants, en particulier en bas âge (Davies, Titterington, et Cochrane 1995).

Les caractéristiques sociodémographiques et économiques des consommateurs de bio diffèrent donc beaucoup d'une étude à l'autre. En outre, les études sont réalisées sur des sous groupes de population et des pays différents dont les valeurs culturelles ne sont sans doute pas similaires. Ce qui semble, en réalité, le mieux définir ces consommateurs ce sont les valeurs qu'ils partagent comme nous le développerons ensuite (Lea et Worsley 2005).

2) Caractéristiques liées au mode de vie et à l'alimentation

Les individus qui achètent ou consomment fréquemment bio présentent des caractéristiques spécifiques quant à leur mode de vie comparé aux non-utilisateurs. Ils sont moins souvent **fumeurs** et plus souvent **physiquement actifs** (Eisinger-Watzl et al. 2015; Kesse-Guyot, Péneau, et al. 2013; Schifferstein et Oude Ophuis 1998; Petersen et al. 2013; Torjusen et al. 2010). Une étude a montré *a contrario* que les femmes enceintes ayant des préférences pour les produits bio étaient plus souvent fumeuses (Torjusen et al. 2010). Le **végétarisme** est également fortement associé à la consommation de bio (Petersen et al. 2013; Schifferstein et Oude Ophuis 1998; Torjusen et al. 2010), les raisons de consommation évoquées étant souvent convergentes (Schifferstein et Oude Ophuis 1998).

A notre connaissance, il n'existe que 2 études réalisées en population générale sur **les habitudes alimentaires** des consommateurs de bio (Eisinger-Watzl et al. 2015; Kesse-Guyot, Péneau, et al. 2013), d'autres cohortes portent sur des sous-groupes particuliers (Bradbury et al. 2014; Petersen et al. 2013; Torjusen et al. 2012). Ces études indiquent que les consommateurs de bio réguliers mangent davantage de fruits (Eisinger-Watzl et al. 2015; Kesse-Guyot, Péneau, et al. 2013), de légumes (Eisinger-Watzl et al. 2015; Kesse-Guyot, Péneau, et al. 2013; Petersen et al. 2013), beaucoup plus de produits complets (Kesse-Guyot, Péneau, et al. 2013) et moins de viande rouge et de charcuterie (Bradbury et al. 2014; Eisinger-Watzl et al. 2015; Kesse-Guyot, Péneau, et al. 2013) comparé aux non-consommateurs.

La prévalence de **surpoids** était plus faible chez les femmes enceintes amatrices de bio (Torjusen et al. 2010). D'autres études ont indiqué les mêmes tendances concernant l'indice de masse corporelle (IMC) et la consommation de bio (Eisinger-Watzl et al. 2015; Kesse-Guyot, Péneau, et al. 2013; Petersen et al. 2013).

Ainsi, les habitudes alimentaires des consommateurs de bio de manière générale sont fortement associées à un régime alimentaire sain (Eisinger-Watzl et al. 2015; Petersen et al. 2013; Kesse-Guyot,

Péneau, et al. 2013; Torjusen et al. 2012). Pelletier et al. (Pelletier et al. 2013) ont montré également que des dispositions positives à l'égard du bio étaient associées à une meilleure qualité du régime chez de jeunes adultes.

La consommation de produits bio serait donc une des composantes d'un mode de vie global sain qui intègre exercice physique, absence de tabagisme et alimentation équilibrée (Goetzke, Nitzko, et Spiller 2014; Kesse-Guyot, Péneau, et al. 2013; Petersen et al. 2013; Schifferstein et Oude Ophuis 1998). Ces facteurs jouent un rôle majeur dans l'apparition de certaines maladies et sont donc d'importants facteurs de confusion à prendre en compte dans les relations entre la santé humaine et la consommation de bio.

B. Motivations intervenant dans les choix alimentaires et motivations de consommation de bio

1) Motivations intervenant dans les choix alimentaires

Les motivations intervenant dans les choix alimentaires sont multiples et ont fait l'objet de nombreux travaux. Le questionnaire élaboré par Steptoe (Steptoe, Pollard, et Wardle 1995), adapté par la suite (par exemple par : (Eertmans et al. 2005; Sautron et al. 2015)) a identifié 9 types de motivations principales : la santé, l'humeur, la praticité, l'attrait sensoriel, la composition de l'aliment, le prix, le contrôle du poids, la familiarité et les préoccupations éthiques.

2) Motivations liées à la durabilité intervenant dans les choix alimentaires

Depuis quelques années, on constate une augmentation des motivations liées à la durabilité (Verain et al. 2012) lors des choix alimentaires, en particulier dans certains segments de consommateurs (Verain et al. 2012), même si le « goût » ou attrait sensoriel reste prépondérant et que l'intérêt pour les considérations sanitaires persiste (Conseil National de l'Alimentation 2015; Inch et Jackson 2013).

3) Les raisons de consommation de bio

La part des produits bio dans les régimes alimentaires des Français ne cesse d'augmenter manifestant l'émergence de ces nouvelles préoccupations chez les consommateurs. De manière générale, les

consommateurs achètent des aliments bio car ils associent ces derniers à un mode de vie plus sain et plus durable (Foster et Padel 2005; Michaelidou et Hassan 2008; Pino, Peluso, et Guido 2012; Schifferstein et Oude Ophuis 1998; Von Essen et Englander 2013) ce qui va dans le sens des caractéristiques de ces consommateurs (comme évoqué précédemment). De nombreux travaux se sont intéressés aux raisons d'achat de produits bio. L'éventail des raisons englobe des considérations altruistes tels que les aspects environnementaux ou éthiques (Brown, Dury, et Holdsworth 2009; Lea et Worsley 2005; Honkanen et Verplanken 2006; Pino, Peluso, et Guido 2012; Torjusen et al. 2001) et des considérations plus auto-centrées/personnelles tels que les aspects sanitaires, nutritionnels ou sensoriels (Brown, Dury, et Holdsworth 2009; de Magistris et Gracia 2008; Lea et Worsley 2005; Pino, Peluso, et Guido 2012; Schifferstein et Oude Ophuis 1998) et semble assez uniforme sur le plan temporel et géographique. Les principales motivations intervenant dans l'achat de produits bio répertoriées par Hughner et al. (Hughner et al. 2007) sont les suivantes : les préoccupations nutritionnelles et de santé, le goût et la qualité sensorielle, la qualité nutritionnelle et le manque de confiance dans les industries agro-alimentaires, le bien-être animal, la nostalgie, la salubrité, la curiosité (produits « tendance »).

La récente enquête de l'Agence Bio/CSA indique ainsi que le choix de consommer bio chez les Français est guidé par la volonté de préserver sa santé pour 63% des personnes interrogées ainsi que son environnement (58%) et par la qualité et le goût des produits (56%) (Agence Bio/CSA 2016).

Toutefois, l'importance relative de ces motivations diffère selon les études. La qualité sanitaire, faisant souvent référence à l'absence de contaminants et guidée par l'aversion au risque semble une motivation très importante du choix d'acheter en bio (Aertsens et al. 2009; Dickson-Spillmann, Siegrist, et Keller 2011; Michaelidou et Hassan 2008). Certaines études montrent que ce sont les motivations *altruistes* (environnement et bien-être animal) qui guident davantage l'achat bio (Padilla Bravo et al. 2013) alors que d'autres montrent que des raisons plus *égoïstes* (santé) prédisposent aux achats de produits bio (Magnusson et al. 2003)

Une étude réalisée par Zander et al. (Zander et Hamm 2010) indique que les consommateurs bio sont prêts à payer davantage pour des produits bio parés d'attributs « éthiques » supplémentaires comme le bien-être animal, la production régionale ou des prix sensiblement plus justes à l'égard des producteurs. Ces motivations et valeurs amènent les consommateurs de produits bio à accepter des différences de prix

plus ou moins grandes entre les produits bio et conventionnels (Hamzaoui-Essoussi, Sirieix, et Zahaf 2013).

Ces tendances s'inscrivent dans un contexte de forte demande de la part des consommateurs d'exigence éthique. Ces exigences dépassent le cadre des aspects environnementaux et incluent également des paramètres comme le commerce équitable et les produits locaux (Hoffmann et Wivstad 2015). Dans le même sens, il a été montré que cette identité « éthique » des consommateurs semble un très bon prédicteur de l'achat de produits bio (Michaelidou et Hassan 2008).

En France, le « goût » et la « tradition » semblent également des facteurs importants (Sirieix, Persillet, et Alessandrin 2006). Une étude comparant les consommateurs de paniers de produits bio et locaux en Angleterre et en France entérine à nouveau l'importance du plaisir et de la qualité du produit pour les Français (une raison plutôt hédoniste) alors que l'aspect « locavore » prédominait pour les Anglais (une raison plutôt altruiste). En outre, la préférence pour des produits bio régionaux paraît également forte (Sirieix, Kledal, et Santiago de Abreu 2008). La « naturalité » et la « fraîcheur » semblent également de bons prédicteurs de la consommation de produits bio (Wier et al. 2008).

Une récente étude avance que le bio revêt une valeur sociale pour les participants interrogés (Costa, Zepeda, et Sirieix 2014). Cette valeur sociale dépendait de la provenance des produits, c'est-à-dire du lieu d'achat (marché, supermarché, paniers via des AMAP (Association pour le maintien d'une Agriculture Paysanne)). Le bio en tant que marqueur social était également tributaire de la présence ou non de comportements écologiques de la part des producteurs et des consommateurs.

4) Motivations selon les fréquences de consommation

Les motivations diffèrent selon le degré d'engagement de l'individu dans le bio (Foster et Padel 2005; Hughner et al. 2007; Wier et al. 2008). D'après certaines études, les consommateurs de bio réguliers sont généralement davantage motivés par des raisons éthiques lors de leurs achats, alors que pour les acheteurs occasionnels il s'agit davantage des motivations relatives à la santé (Michaelidou et Hassan 2008; Pino, Peluso, et Guido 2012). L'étude de Pearson et al. (Pearson et al. 2013) a montré que les motivations d'achat étaient communes pour les consommateurs réguliers et occasionnels mais que les degrés d'importance variaient. Une autre enquête relevée dans un rapport suédois (Hoffmann et Wivstad 2015) indiquait que les motifs environnementaux étaient particulièrement importants chez les jeunes

consommateurs. Il s'avère donc important d'analyser l'importance de ces motivations selon différents groupes de consommateurs.

C. Freins et leviers à la consommation de bio

Les principaux freins recensés dans la revue de littérature de Hughner et al. (Hughner et al. 2007) à la consommation de bio sont les suivants : les prix plus élevés, le manque de disponibilité, le scepticisme à l'égard du label et les certifications, le marketing insuffisant, la satisfaction avec les sources alimentaires actuelles et les déficiences sensorielles. Nous reviendrons dans ce paragraphe sur le prix, la disponibilité et la confiance qui sont les plus fréquemment cités dans la littérature. Il est à noter que les motivations et les barrières varient également selon les types de produits (Foster et Padel 2005).

Les **prix** en moyenne plus élevés des produits bio restent le frein majeur invoqué par les consommateurs (Hughner et al. 2007). Cette différence de coût (20 à 25% en moyenne) entre les produits bio et les produits conventionnels s'expliquent notamment par des pratiques plus extensives, un coût en main d'oeuvre supérieur, une productivité moyennement plus faible et des réseaux de collecte et de distribution insuffisamment développés ainsi que par les certifications qui restent à la charge des opérateurs (Conseil National de l'Alimentation 2015).

Encart – le coût du bio

Il faut noter que les comparaisons sont parfois difficiles entre les deux modes de production dues aux particularités des productions bio par rapport aux productions conventionnelles (Conseil National de l'Alimentation 2015). Par exemple, en raison des rotations de culture, la rentabilité est difficilement évaluable pour une culture isolée contrairement aux productions monoculturelles en conventionnel. Une culture peut être ainsi relativement peu rentable mais permettre des rendements supérieurs pour la culture suivante (Conseil National de l'Alimentation 2015). Il faut également garder en mémoire que les structures des régimes particuliers et les pratiques (diversité des lieux d'approvisionnement, réduction du gaspillage etc.) des consommateurs de bio pourraient également jouer sur le coût final de leur régime. Le rapport du CNA estime donc que « les coûts de la production bio ne peuvent être évalués qu'au travers d'une vision systémique globale, au-delà d'une d'analyse étape par étape de la constitution des coûts » et qu'il est également nécessaire de prendre en compte les externalités positives de la bio (à savoir l'ensemble des effets positifs ou négatifs non pris en compte dans l'échange marchand comme l'impact sur la biodiversité par exemple)

La **disponibilité** est également évoquée dans la revue de littérature de Hughner (Hughner et al. 2007). Une étude de Curl et al. (Curl et al. 2013) aux Etats-Unis a, par exemple, mis en évidence une association significative - après prise en compte de nombreux facteurs confondants - entre

consommation de produits bio et disponibilité de produits dans le voisinage et dans une moindre mesure à la densité de supermarchés (d'après des données auto-déclarées). Une récente étude réalisée à la Nouvelle-Orléans (Li et al. 2016) n'a pas montré de différences entre l'accès aux produits locaux et bio et les revenus et l'origine ethnique. Cela n'était pas le cas concernant le niveau d'études, la densité de population, l'âge et les valeurs du ménage qui étaient associés positivement à de meilleurs accès aux produits locaux et bio. Il n'avait pas été trouvé d'association avec la catégorie socioprofessionnelle.

Il est à noter que, de manière générale, les Français font **confiance** aux produits bio, 8 Français sur 10 déclarant faire confiance aux produits biologiques, comme l'indique l'enquête de l'Agence Bio/CS. Le label AB reste plus connu que son homologue européen (Agence Bio/CSA 2016).

La confiance dans le label joue donc un rôle déterminant dans l'intention d'achat. Hamzaoui-Essoui et al. ont montré que les canaux de distribution jouaient également un rôle dans cette confiance (Hamzaoui-Essoussi, Sirieix, et Zahaf 2013). Lors d'achats réalisés en circuits courts ou en magasins bio spécialisés, les consommateurs font confiance au canal de distribution et leurs attentes concernant la traçabilité et la fiabilité sont plus élevées, tandis que lorsqu'il s'agit d'achats réalisés en supermarché (Sirieix et Schaer 2006), le label joue un rôle important dans la décision d'achat notamment dans les hard-discounts. Les produits bio locaux sont de qualité supérieure aux yeux des consommateurs comparé aux produits bio « industriels » (Hamzaoui-Essoussi, Sirieix, et Zahaf 2013). Il faut noter également que les attentes ne sont pas les mêmes suivant les segments de consommateurs et le marché actuel bio avec « la conventionalisation⁷ » des produits bio peut être source de défiance et d'insatisfaction pour certains consommateurs de bio très engagés (Wier et al. 2008).

Enfin, les études montrent que, globalement, les dispositions et perceptions des consommateurs sont plutôt positives à l'égard des produits bio (Pearson, Henryks, et Jones 2011) mais ne se traduisent pas forcément par l'achat. Ce qui distingue les consommateurs de bio de la majorité de la population serait donc, non pas leurs perceptions positives des produits bio ni leur aversion au risque ou leur sensibilité au prix, mais plutôt leur niveau d'engagement et leur décision d'agir. Si la détermination et les motivations

⁷ La conventionalisation est le nom donné à « la logique implacable d'érosion du bio et ses quelques mécanismes identifiés d'appropriation, de commodification ou de bifurcation » (Teil 2012). Elle fait suite à l'institutionnalisation avec la certification puis à l'industrialisation du bio. Pour une militante de Nature & Progrès « ce qu'on peut dire aujourd'hui, c'est que l'institutionnalisation de la bio a marqué ses limites (ou ses objectifs) ; la bio est actuellement dans une phase de "récupération marchande" : certains voudraient limiter son développement à un copier-coller de la production et de la distribution des produits alimentaires conventionnels. » La grande distribution et la pression sur la productivité engendreraient une érosion des exigences du bio.

des consommateurs sont fortes, les freins à la consommations de bio seront donc susceptibles d'être surmontés (Lockie et al. 2002; Shepherd, Magnusson, et Sjöden 2005). Les tendances générales du marché (baisse des prix, démocratisation du bio...) vont dans le sens d'une diminution de ces barrières (Hoffmann et Wivstad 2015).

Hughner et al. (Hughner et al. 2007) pointent deux paradoxes qu'ils qualifient de « paradoxe santé » et « paradoxe du prix » sur lesquels il est important d'agir à savoir : le fait qu'il existe une distorsion entre les effets sur la santé perçus par les consommateurs et les arguments scientifiques disponibles et d'autre part, le fait que le prix est une barrière majeure mais qu'un prix plus faible entraîne une méfiance du consommateur pour qui cela signifie une baisse de qualité.

S'il est possible de jouer sur les freins (prix ou disponibilité - aspects extrinsèques), les attributs (intrinsèques) de l'aliment, dont sont «parés» les produits bio (qualité sanitaire, valeurs éthiques) sont difficilement mesurables par les consommateurs, la certification n'informant en réalité que sur le mode de production (Hoffmann et Wivstad 2015).

VI. Influence du mode de production sur la santé

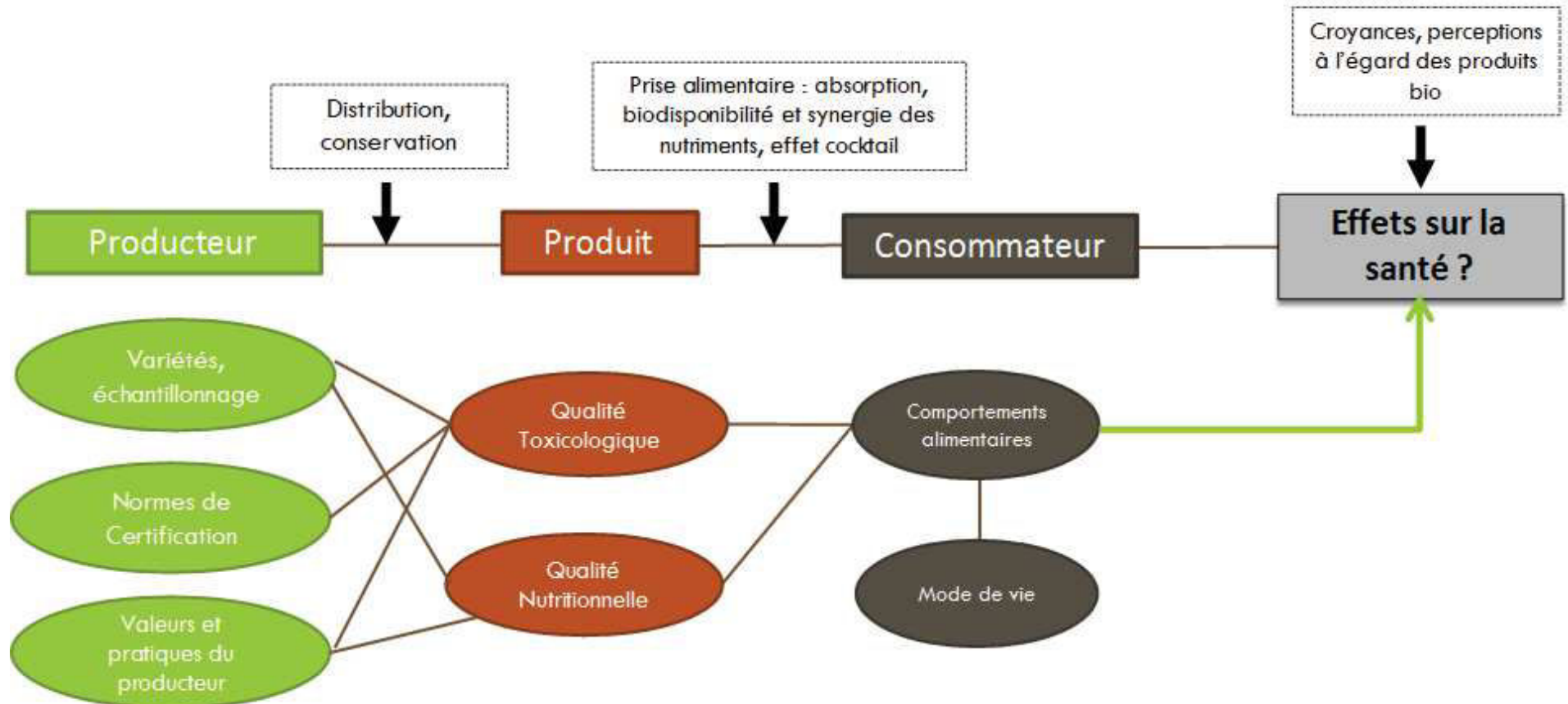
A. Considérations préliminaires : de la complexité d'évaluer les effets de la consommation de bio sur la santé humaine

Les consommateurs de bio achètent bio principalement pour des raisons de santé. Pourtant les études évaluant l'effet direct de telles consommations sur la santé sont parcellaires et les études prospectives sont rares en population générale. Toute étude cherchant à évaluer l'impact de la consommation bio sur la santé humaine se heurte à des difficultés méthodologiques.

En premier lieu, les variétés utilisées ne sont pas forcément les mêmes en bio et en conventionnel. En outre, il existe au sein même de la bio une très grande variabilité dans les pratiques. Il est, ensuite, difficile de transposer la composition et la qualité des produits à un effet direct sur la santé : la difficulté réside principalement dans les liens multifactoriels entre nutriments, contaminants et la complexité des

interrelations entre les différents paramètres (biodisponibilité, absorption des nutriments, synergie des composés, effet cocktail des pesticides...) (Huber et al. 2011). Une exposition aux pesticides ne se traduit pas forcément en effets délétères sur la santé selon les doses ingérées. Par ailleurs, le schéma d'exposition en contaminants a également beaucoup varié au cours du temps (les résultats des études anciennes ne peuvent pas être comparés aisément à celles actuelles). La transformation et la conservation ainsi que les modes de distribution peuvent également jouer sur la construction nutritionnelle d'un aliment. Enfin, comme constaté plus haut, les consommateurs de bio mènent un mode de vie plus sain et la structure de leur régime est plus en adéquation avec celle préconisée par les recommandations nutritionnelles. Il est aussi intéressant de noter qu'une étude a montré que les consommateurs de bio estimaient présenter un meilleur état de santé (van de Vijver et van Vliet 2012). D'où l'importance de la conduite d'études prospectives adaptées prenant en compte tous les facteurs de confusion. Huber et al. (Huber et al. 2011) soulignent également la nécessité d'axer les recherches sur la biodisponibilité de certains marqueurs spécifiques.

Figure 8 Facteurs pouvant influencer la relation consommation de bio et santé



Si la littérature concernant la comparaison de la qualité nutritionnelle et sanitaire des produits bio et des produits conventionnels est relativement abondante, il existe paradoxalement peu d'études relatives aux effets de la consommation de bio sur la santé humaine alors qu'il s'agit d'une des raisons de consommation principales invoquées par les consommateurs de bio. Les études concernant les effets de l'exposition aux pesticides de synthèse, interdits d'usage en bio, sur la santé sont en revanche nombreuses.

B. Qualité des produits bio vs. conventionnel

1) Différences dans les pratiques de production

Comme évoqué précédemment, le cahier des charges strict du mode de production biologique entraîne des différences au niveau des pratiques culturales et d'élevage par rapport à son homologue conventionnel. Ces différences de pratiques ont des effets sur la composition des aliments que ce soit au niveau nutritionnel (composition) ou sanitaire (contaminants). Deux différences majeures entre les systèmes de production bio et conventionnel reposent sur, d'une part, la non utilisation de pesticides de synthèse et, d'autre part, le type et la quantité des engrais utilisés (Tableau 4).

Tableau 4 Aperçu de quelques différences de pratiques entre les deux modes de production pouvant agir sur la qualité finale du produit

	Mode de production	
	Conventionnel	Biologique
Fertilisant du sol	engrais minéraux : nitrate d'ammonium, nitrate de calcium, sulfate d'ammonium...	quelques engrais minéraux naturels autorisés mais la quantité est réglementée (interdiction totale pour l'azote d'origine minérale), fumier, composte, ...
Fertilisant des feuilles	phosphate de potassium, nitrate de magnésium, urée...	extraits d'algues, acides aminés...
Pesticides	389 substances autorisées (malathion, dicofol, clopidol...)	35 substances autorisées (phéromones, pyréthrinés, cuivre...) approches préventives ++ (rotation, cultures associées, contrôle biologique...)
Herbicides	diuron, bromacile, paraquat	interdits
Alimentation animale	fourrages, tourteaux, céréales	fourrages et/ou pâturage++

La transformation et la conservation peuvent également jouer mais nous n'évoquerons pas celles-ci dans les paragraphes qui suivent, les considérant comme plus marginales (Conseil National de l'Alimentation 2015).

2) Qualité nutritionnelle

Etudes antérieures à 2014

De nombreuses études ont été menées comparant la qualité nutritionnelle des produits bio et celle des produits conventionnels. Les différentes études tendent à montrer que les produits bio présentent une plus grande teneur en matière sèche, un taux de nitrate moins élevé (Worthington 2001) et une plus forte teneur en vitamine C dans certains légumes (Barrett et al. 2007; Carbonaro et al. 2002; Caris-Veyrat et al. 2004; Chassy et al. 2006; Wunderlich et al. 2008). Concernant les caroténoïdes, les résultats des études diffèrent (Barrett et al. 2007; Chassy et al. 2006; Lombardi-Boccia et al. 2004; Pérez-López et al. 2007; Rossi et al. 2008; Stracke et al. 2008). La teneur en protéines est plus faible dans les produits bio en raison d'apports en azote plus limités (Mäder et al. 2007). De plus en plus d'études sont menées sur les composés phénoliques mais les résultats divergent également (Chassy et al. 2006; Lombardi-Boccia et al. 2004). Une étude tend à montrer une meilleure qualité des acides aminés essentiels (Mäder et al. 2007).

Dans un chapitre du livre « organic farming, prototype for sustainable agricultures » (Lairon et Huber 2014), les auteurs Lairon et Huber estiment que les principales conclusions au vu de l'état de connaissance actuel concernant les produits bio sont les suivantes : (i) les produits bio ont tendance à contenir plus de matière sèche, davantage de certains minéraux (Mg) et antioxydants (phénoliques/flavonoïdes, acide salicylique) (ii) les viandes de poulet et de vache bio ainsi que le lait de vache contiennent davantage d'acides gras polyinsaturés de la famille n-3 (AGPI n-3) (iii) la grande majorité (94%-100%) des aliments bio ne contiennent pas de résidus de pesticides (iv) les légumes bio contiennent généralement moins de nitrates ; et (v) les céréales bio contiennent moins de protéines mais des niveaux de mycotoxines comparables à ceux des produits conventionnels. Ces conclusions rejoignent celles de la revue de littérature réalisée en 2014 par Załęcka et al. (Załęcka et al. 2014). Toutefois, d'après la revue systématique de littérature de 2009 de Dangour et al. (Dangour et al. 2009), la qualité nutritionnelle des produits bio restent encore à démontrer puisque il est énoncé que si les cultures conventionnelles présentent une plus forte teneur en azote et les cultures bio une plus forte

teneur en phosphore, teneur qui n'est pas cliniquement significative, les teneurs en d'autres nutriments ne sont pas significativement différentes. La méthodologie des auteurs était la suivante : sur 52 471 articles de 1958 à 2008, 162 ont été identifiés dont 137 sur les cultures et 25 sur les produits d'élevage. La sélection drastique des articles analysés demeure controversée (Huber et al. 2011). D'après la revue de littérature de 2010 de Crinnion et al. (Crinnion 2010), les produits bio contiennent un taux plus élevé de vitamine C, de fer, magnésium et phosphore, une plus grande activité anti-oxydative. La méta-analyse de 2011 de Brandt et al. (Brandt et al. 2011) sur des publications relatives à la teneur en métabolites secondaires et vitamines des fruits et légumes cultivés en bio et en conventionnel a montré que les produits bio ont une teneur en métabolites secondaires de 12% plus importante que leurs homologues conventionnels ($p < 0.0001$). Dans la méta-analyse de 2012 de Palupi et al. (Palupi et al. 2012) qui met l'accent sur la différence de qualité nutritionnelle des produits laitiers bio et conventionnels, il est mis en avant une teneur significativement plus élevée en protéines, en acide α -linoléique (ALA), AGPI n-3 totaux, en acide gras linoléique (LA) conjugué cis-9 et trans-11, en acide vaccénique trans-11, en acide eicosapentanoïque (EPA), et en acide docosapentanoïque (DHA) dans les produits bio. En outre, un ratio oméga-3 sur oméga-6 significativement plus élevé dans les cultures bio a été observé.

Trois récentes méta-analyses

Trois récentes méta-analyses réalisées par une équipe de recherche à Newcastle ont évalué la qualité des produits végétaux et animaux bio vs. conventionnels. Elles sont présentées par leurs auteurs comme les plus complètes à ce jour (Barański et al. 2014; Średnicka-Tober et al. 2016a; Średnicka-Tober al. 2016b).

La première réalisée sur des produits végétaux (Barański et al. 2014) incluait 343 publications et montre une concentration significativement plus élevée en antioxydants. Une plus forte teneur a été trouvée en acides phénoliques, flavanones, stilbènes, flavones, flavonols et anthocyanes dans les cultures bio. Cette teneur plus élevée en antioxydants s'expliquerait par les spécificités de la bio comme la non-utilisation d'engrais azotés ou phosphorés. Les raisons avancées par les auteurs sont les suivantes : les cultures bio sont exposées à des plus hauts niveaux de stress (y compris des attaques d'insectes). En réponse à ces derniers, les plantes forment des composés pour les combattre. Une autre différence entre les deux systèmes agricoles est l'apport en azote. Tandis que les cultures conventionnelles reçoivent régulièrement de l'azote via des engrais synthétiques (ce qui explique leurs teneurs plus élevées), les cultures bio elles reposent sur la rotation des cultures et le composte d'où une disponibilité en azote plus

faible. Par conséquent, les cultures bio se développent plus lentement et produisent davantage de métabolites secondaires (il s'agit de composés produits à partir de métabolites primaires pour la survie et l'adaptation d'un organisme à son milieu environnant) alors que les productions conventionnelles favoriseraient elles l'accumulation de métabolites primaires.

La même équipe de recherche a réalisé une méta-analyse publiée début 2016 et basée sur 170 publications afin de comparer la teneur en nutriments du lait bio et du lait conventionnel de vache (Średnicka-Tober et al. 2016a). Aucune différence significative n'a été trouvée entre les deux types de production pour les acides gras saturés (AGS) et les acides gras monoinsaturés (AGMI). Néanmoins, la concentration des AGPI totaux et des n-3 étaient significativement plus élevées dans le lait bio. Les concentrations en ALA, EPA, acide docosapentaénoïque (DPA), DHA, LA conjugué étaient également plus élevées dans le lait bio. Les ratios oméga-6/oméga-3 et LA/ALA étaient plus faibles dans le lait bio. Il n'a été trouvé aucune différence significative entre les concentrations en oméga-6 totaux et en LA. Il est conclu par les auteurs de l'étude que le profil en acides gras est plus avantageux dans le lait bio. L'étude indique également que le lait bio présente une plus forte teneur en α -tocopherol et en fer mais moindre en iode et sélénium. Une des raisons avancées pour expliquer ces différences par les auteurs serait les fourrages et pâturages différents selon les modes de production. Les auteurs soulignent la nécessité de réaliser des études d'intervention pour estimer le réel effet sur la santé d'un changement vers le lait bio.

Concernant la viande (bœuf, agneau, chèvre, porc et volaille) (Średnicka-Tober et al. 2016b), la méta-analyse s'est portée sur 67 études. Pour de nombreux nutriments (minéraux, antioxydants, et acides gras isolés), il n'a pas pu être réalisé de méta-analyse en raison d'un nombre d'études insuffisant. Néanmoins, quand toutes les espèces de bétail étaient mises en commun des différences significatives ont été trouvées : les concentrations en AGS et AGMI étaient similaires ou légèrement plus faibles dans les produits bio mais de larges différences ont été détectées pour les AGPI totaux et n-3 avec des concentrations plus élevées dans les produits bio. Cependant, l'hétérogénéité était élevée pour ces différents composants et pour les types de viande. La même raison est avancée pour expliquer les différences entre viande bio et conventionnelle, à savoir un régime basé sur des pâturages et fourrages beaucoup plus important en bio. La modification de profils en acides gras s'expliquerait par l'alimentation des animaux plus riche en ces corps gras (pâturage, fourrage vs. maïs).

La traduction effective au niveau du statut nutritionnel sanguin de l'homme de ces différences de composition (faibles prises individuellement mais sans doute plus importantes si prises en considération simultanément dans la diète globale) reste à documenter.

Tableau 5 Résumé des principaux résultats des récentes métaanalyses de l'équipe de Newcastle

Qualité nutritionnelle des produits bio vs. conventionnels	
Produits végétaux	
<i>Nombre d'études</i>	343
Protéines	<
Glucides	=
Vitamines	C légèrement >
Antioxydants	> mais intérêt physiologique
Produits laitiers	
<i>Nombre d'études</i>	170
Acides gras	AGPI >, n-3 AGPI >
Vitamines	α -tocopherol >
Minéraux	Fer >, I <, Se <
Viandes	
<i>Nombre d'études</i>	67
<i>Par type de viande</i>	
Minéraux	Preuves insuffisantes
Antioxydants	Preuves insuffisantes
Acides gras	Preuves insuffisantes
Tout type de viandes confondu	AGS et AGMI légèrement < ou =
Acides gras	AGPI et n-3 AGPI totaux > mais forte hétérogénéité des études

3) Qualité sanitaire

Le nombre de pesticides autorisés en bio est considérablement moindre que celui autorisé en conventionnel (35 vs. 389) (Union Européenne 2016). La plupart des pesticides approuvés en agriculture biologique sont jugés non préoccupants pour les consommateurs car aucun risque toxique n'a été identifié (huile de girofle, micro-organismes etc). Il s'agit également de nutriments (fer, bicarbonate de potassium, colza) qui font partie de l'alimentation humaine. D'autres pesticides peuvent être approuvés pour l'utilisation de pièges à insectes mais ne peuvent être appliqués sur le sol ou les plantes (comme les pesticides de synthèse pyréthroides ou les phéromones). Il existe deux exceptions majeures qui sont le cuivre et les pyréthrinés. Les pyréthrinés, une plante extraite de *Chrysanthemum cinerariaefolium* partage le même mécanisme d'action que les pyréthroides, insecticides synthétiques mais sont cependant moins stables. Le cuivre est essentiel à l'être vivant mais toxique si ingéré de manière chronique en grande concentration et préoccupant en termes écotoxicologique en raison de son accumulation dans les sols. Toutefois, davantage d'études évaluant la toxicité des pesticides naturels sont nécessaires

(Pussemier et al. 2006). Une différence saillante concerne les antibiotiques qui sont évités en bio et totalement interdits à des fins préventives (Règlement (CE) No 834/2007 du Conseil 2007).

Le récent rapport de l'EFSA (European Food Safety Authority 2015) visant à évaluer les résidus de pesticides dans des échantillons alimentaires montre que des résidus ont été trouvés dans 44,4% des produits conventionnels (dont 2,7% avec des taux supérieurs à la limite légale). Pour les produits bio, 15,5% des produits contenaient des résidus dont 0,8% avec des taux supérieurs à la limite autorisée, indiquant une bien plus faible exposition (fréquence et quantité) dans les produits bio.

D'après Crinnion et al., les produits bio présentaient une plus faible teneur en résidus de pesticides et nitrates (Crinnion 2010). Dans le même sens, la méta-analyse de Barański et al. indique que les cultures bio et les aliments bio, en moyenne, sur différentes régions et saison de production, comportent sensiblement moins de composés néfastes tels que le cadmium, les nitrites et les résidus de pesticides (4 fois moins) que leurs équivalentes conventionnelles (Barański et al. 2014).

Concernant les aspects bactériologiques, dans la review de Smith Slangler et al. (Smith-Spangler et al. 2012), les auteurs estiment que la contamination par *E. Coli* est la même quel que soit le type de produits, il en est de même pour la contamination bactérienne dans le poulet et le porc vendus au détail. Les produits bio pourraient réduire l'exposition aux bactéries résistantes aux antibiotiques. Ainsi, le risque d'isoler une bactérie résistante à trois (ou plus) antibiotiques était plus élevé chez le porc et poulet conventionnels que bio (Hoogenboom et al. 2008; Schneweis et al. 2005).

Une étude coréenne (Tango et al. 2014) a comparé des cultures de légumes bio et conventionnelles. Pour cela 354 échantillons ont été collectés afin d'analyser le taux de différentes bactéries et la prévalence de certains pathogènes. Les résultats obtenus suggèrent que le type de production affecte au plus très légèrement la qualité hygiénique des légumes feuillus et qu'aucun effet n'a été trouvé pour ces échantillons. Une étude sur l'occurrence d'ochratoxine A dans 150 vins grecs (Labrinea et al. 2011) a montré quant à elle aucune différence entre les vins bio et conventionnels.

Les mycotoxines sont des toxines élaborées par diverses espèces de champignons microscopiques telles que les moisissures. L'agriculture biologique interdisant les fongicides, il est souvent invoqué un plus grand risque de contamination pour la bio, notamment en aflatoxines, toxines pouvant à faible dose et sur le long terme provoquer le cancer du foie. Deux études, relevées dans le rapport de l'AFSSA de 2003 relatif à la qualité des produits bio, ont montré que la quantité de mycotoxines étaient équivalente ou moindre dans les produits bio (AFSSA 2003; Hoogenboom et al. 2008; Schneweis et al. 2005). La FAO estime qu'aucune étude n'a montré que la consommation de produits bio entraînait un plus grand risque de contamination en mycotoxines, elle préconise de minimiser la croissance de moisissures en

ayant de bonnes pratiques agricoles (lors de la manipulation de la transformation et du stockage) (FAO 2016).

Pour conclure, de plus en plus d'arguments scientifiques démontrent une qualité supérieure des produits bio pour certains composés (notamment en antioxydants). Cependant davantage d'études sont nécessaires concernant les produits animaux. La contamination en pesticides est plus faible dans les produits bio.

C. Exposition aux pesticides

1) Effets du mode de production sur l'exposition aux pesticides

Quelques études chez des adultes et des enfants ont été menées afin d'évaluer l'impact d'un régime basé sur des aliments bio sur la concentration en résidus de pesticides dans les urines (Bradman et al. 2015; Curl, Fenske, et Elgethun 2002; Curl et al. 2015; Lu et al. 2006; Lu et al. 2009; Oates et al. 2014). Elles ont toutes montré qu'une augmentation de produits bio dans l'alimentation ou le passage à un régime principalement bio induisait une réduction des taux de résidus de pesticides dans les compartiments biologiques. Les enfants qui suivaient un régime alimentaire bio étaient ainsi moins exposés aux composés organophosphorés (Curl, Fenske, et Elgethun 2002; Lu et al. 2006). Dans le sens de ces études, Bradman et al. ont récemment montré qu'un régime bio était également associé à une baisse significative de la concentration d'insecticides dimethyl-OP et d'herbicides 2,4D chez les enfants (Bradman et al. 2015). En 2014, l'essai croisée randomisée d'Oates et al. (Oates et al. 2014) a montré une réduction des métabolites de pesticides organophosphorés dans l'urine de 13 individus après une semaine de régime constitué au moins à 80% de produits bio comparé à une semaine de régime à base d'aliments conventionnels. Dans une autre étude, la concentration en dialkylphosphates urinaires (DAP) était aussi significativement plus faible dans les groupes déclarant une plus grande fréquence de consommation de produits bio (Curl et al. 2015).

2) Pesticides et risque sur la santé

Les différents types d'exposition aux pesticides sont, soit une exposition professionnelle due à l'usage agricole, soit une exposition non professionnelle résultant d'une part de l'exposition aux produits ménagers et d'autre part de l'alimentation. Il existe trois voies principales de contamination par les pesticides : respiratoire, cutanée et orale (également dite digestive). Les deux premières concernent principalement l'exposition professionnelle tandis que l'exposition alimentaire constitue la première voie de contamination dans la population générale (Collectif INSERM 2013). Les éléments et résultats mentionnés ci-après sont ceux de l'expertise collective INSERM de 2013 (sauf mention contraire). Ce rapport fait le point sur les connaissances relatives aux effets des pesticides sur la santé.

L'appellation « pesticide » est relative à toutes substances (molécules) ou produits (formulations) qui éliminent des organismes considérés comme nuisibles que ce soit dans le secteur agricole ou dans d'autres applications phytosanitaire ou biocide. Il n'existe pas de pesticides spécifiques d'un nuisible particulier. La France est le troisième pays utilisateur de pesticides à usage agricole à l'échelle mondiale et le premier d'Europe, ceci s'explique par l'étendue de sa Surface Agricole Utile (SAU). La toxicité aiguë des pesticides est bien connue. Toutefois, il demeure difficile d'établir une causalité entre certaines pathologies et des expositions anciennes à faible doses. Les effets suspectés sur la santé sont : l'apparition d'un cancer, la perturbation du développement du fœtus et de l'enfant, des troubles de la reproduction, des systèmes endocrinien, immunitaire et/ou du système nerveux central. Les pesticides sont soit classés selon leur fonction chimique (organochlorés, organophosphorés, carbamates, thiocarbamates, pyréthriinoïdes...) ou selon leur cible (insecticides, fongicides, herbicides). La majorité des effets des organochlorés sont probablement dus à leur capacité à altérer le niveau de certaines hormones, enzymes, facteurs de croissance ou neurotransmetteurs. Ils sont aujourd'hui pour la plupart interdits d'usage en France mais sont très persistants et la voie principale d'exposition est alimentaire. Ils agiraient en tant que perturbateurs endocriniens ou molécules cancérigènes (Kleanthi et al. 2008) tandis que les organophosphorés agissent surtout sur le système nerveux. Il existe moins d'études épidémiologiques concernant les pyréthriinoïdes. En revanche, il a été montré qu'une exposition aux pyréthriinoïdes augmenterait le risque de lymphome non hodgkinien chez les individus porteurs d'une translocation chromosomique (Collectif INSERM 2013). De récentes recherches épidémiologiques ont mentionné des préoccupations concernant la qualité du sperme, les hormones de reproduction, le développement du fœtus et l'exposition aux pyréthriinoïdes (Saillenfait, Ndiaye, et Sabaté 2015).

Les résultats issus de l'expertise collective de l'INSERM sont synthétisés dans le Tableau 6. L'ensemble des données concernant les expositions professionnelles et les expositions précoces (fœtus et jeunes enfants) ont été analysées.

Tableau 6 Résumé des principaux résultats évoqués dans l'expertise collective INSERM en ce qui concerne les présomptions moyennes et fortes (source : adapté de l'expertise collective INSERM 2013)

	Pathologie	Groupe à risque	Présomption
<i>Système cérébral</i>	Parkinson	L'ensemble de la population	Forte
	Troubles cognitifs	Les agriculteurs	Moyenne
	Alzheimer	Les agriculteurs	Moyenne
	Tumeurs cérébrales	Enfants de mères exposées professionnellement pendant la grossesse	Forte
<i>Système hématopoïétique</i>	Leucémie	Les agriculteurs, les applicateurs et les travailleurs de l'industrie phytosanitaire	Moyenne
	Leucémie	Enfants de mères exposées pendant la grossesse (professionnellement ou de façon domestique) et enfants exposés de façon domestique pendant la petite enfance	Forte
	Lymphome non hodgikien	Les agriculteurs, les applicateurs et les travailleurs de l'industrie phytosanitaire	Forte
<i>Système urinaire et reproductif</i>	Myélome multiple	Les agriculteurs, les applicateurs	Forte
	Cancer de la prostate	Les agriculteurs, les applicateurs et les travailleurs de l'industrie phytosanitaire	Forte
	Infertilité, faible fécondité	Les agriculteurs, les applicateurs et les travailleurs de l'industrie phytosanitaire	Moyenne
<i>Autre</i>	Malformations congénitales	Enfants de mères exposées professionnellement pendant la grossesse	Forte
	Malformations congénitales	Enfants de mères exposées à domicile	Moyenne

Globalement, outre les expositions professionnelles, il existe des présomptions fortes concernant la maladie de Parkinson pour l'ensemble de la population et les leucémies chez les femmes enceintes et les enfants exposés.

Concernant les maladies cardiométaboliques, des études suggèrent une relation entre exposition aux pesticides et obésité ou insulino-résistance (Dirinck et al. 2010; Dirinck et al. 2014; Dirinck et al. 2015). Un lien potentiel entre l'exposition aux pesticides et résistance à l'insuline et diabète de type II a également été suggéré dans quelques études épidémiologiques (D.-H. Lee, Steffes, et al. 2011; D.-H. Lee, Lind, et al. 2011; Swaminathan 2013). Une récente revue de la littérature a souligné l'importance de l'exposition aux polluants organiques persistants (POP) dans le développement du diabète en population générale (D.-H. Lee et al. 2014). Les relations entre obésité, diabète de type II et différents facteurs de risque synthétisées dans le cadre de cette revue sont présentées Figure 9.

Figure 9 Résumé de la relation entre les polluants organiques persistants et le diabète de type II avec les mécanismes potentiels (source: D.-H. Lee et al 2014).



Une étude transversale qui s'est intéressée au lien entre la concentration de polluants organiques persistants et la prévalence de syndrome métabolique chez des adultes non diabétiques a montré que les organochlorés étaient fortement associés à la présence de syndrome métabolique (D.-H. Lee et al. 2007). Dans une étude qui a été réalisée chez 725 individus âgés de 70 ans, trois pesticides organochlorés étaient associés de manière significative au diabète de type 2 (D.-H. Lee, Lind, et al. 2011). Une étude récente a rapporté une association entre l'exposition aux polluants organiques persistants et risque

d'accident vasculaire cérébral (D.-H. Lee et al. 2012). Les données actuelles de la littérature soutiendraient donc la plausibilité de l'exposition aux pesticides comme facteurs de risque d'obésité et de diabète malgré le faible niveau de preuve lié au trop faible nombre d'études (Thayer et al. 2012). D'autres études suggèrent une influence des pesticides sur la barrière intestinale (Samsel et Seneff 2013; Tirelli et al. 2007). Par ailleurs, une étude transversale réalisée chez des femmes coréennes a observé que les niveaux de *Methanobacteriales* étaient associés à des poids et des tours de taille plus élevés et corrélés à la concentration en organochlorés dans le sérum des participantes (H.-S. Lee, Lee, et al. 2011).

Le lien entre pesticide et risque pour la santé semble avéré, notamment pour certains sous-groupes de population. Des recherches supplémentaires en population générale et sur d'autres types de pathologies ou troubles sont nécessaires pour évaluer dans quelle mesure une exposition faible mais de longue durée via l'alimentation peut avoir un impact sur la santé, ceci en prenant en considération les différents modes de production induisant des niveaux d'exposition différents.

D. Liens entre consommation de bio et santé

1) Etudes in vitro et études sur les animaux

Plusieurs études ont comparé les effets biologiques (en particulier l'activité anti-oxydante) des aliments bio et conventionnels dans des études *in vitro*. Une étude réalisée sur des jus de différents légumes verts bio et conventionnels (Ren, Endo, et Hayashi 2001) a montré une plus grande activité anti-oxydante et anti-mutagène dans les produits bio. Dans une autre étude menée sur des tissus de rats, il a été observé un effet protecteur contre les dommages oxydatifs sur les lipides et les protéines de la part des extraits de feuilles de raisins. Cependant, aucune différence significative n'a été observée entre les différents types de systèmes agricoles (Oliboni et al. 2011). Une étude réalisée sur des extraits de fraises portant sur la prolifération de cellules cancéreuses du sein et du colon a montré que les fraises bio présentaient une plus haute activité antiproliférative que les extraits issus des fraises conventionnelles pour les deux types de cellules cancéreuses, ce qui est probablement dû à une quantité plus importante de métabolites secondaires anti-carcinogènes dans ces dernières (Olsson et al. 2006). Des résultats similaires ont été observés sur des jus de betteraves fermentés (Kazimierczak et al. 2014). Ces deux études permettent de

conclure à des activités biologiques différentes entre les extraits et les jus bio et conventionnels. Toutefois, il n'est pas possible de déterminer si les activités cytotoxiques différentes auraient pu être constatées sur toutes les cellules (et pas uniquement cancéreuses).

Les études comparant les effets sur la santé d'animaux nourris avec des produits bio et conventionnels sont nombreuses et suggèrent globalement un effet bénéfique de l'alimentation bio par rapport à son homologue conventionnel. Elles soulignent notamment des différences liées à des paramètres associés aux systèmes immunitaire et reproductif. L'étude conduite par Huber et al. (Huber et al. 2010) a ainsi montré que des poulets nourris au bio étaient moins lourds que ceux nourris avec un régime conventionnel. Ils possédaient une plus grande capacité immunitaire et une plus grande capacité à rattraper leur croissance après un stress immunitaire. Les auteurs parlent de résilience chez les poulets nourris en bio. D'autres études sur des rats ont analysé les effets du système agricole sur le système immunitaire. Certaines ont trouvé un impact du type de régime sur celui-ci (Jensen et al. 2013; Średnicka-Tober et al. 2013) mais les protocoles d'études sont variés. Une étude (Chhabra, Kolli, et Bauer 2013) menée sur des mouches à fruits *Drosophila melanogaster* a montré que les mouches dont le régime était basé sur d'aliments cultivés en bio présentaient une plus grande fertilité et plus grande longévité. Une récente étude sur des cochons réalisée dans 4 pays a montré que la résistante à l'intestinal *E coli* était moins commune chez les cochons bio que les cochons conventionnels (Österberg et al. 2016).

Les études *in vitro* et les études sur les animaux indiquent des bénéfices à consommer bio. Elles sont toutefois difficilement extrapolables à la santé humaine et les mécanismes sous-jacents restent à clarifier.

2) Etudes de cohorte

Eczéma et affections allergiques chez les enfants: les études PARSIFAL, KOALA et ALADDIN

L'étude de cohorte **PARSIFAL** (Alfvén et al. 2006) a été menée chez 14 000 enfants âgés de 5 à 13 ans dans 5 pays d'Europe (Autriche, Allemagne, Pays-Bas, Suède et Suisse). Les enfants ayant grandi dans des fermes et issus de familles dont le mode de vie était anthroposophique (ceci incluait un régime alimentaire biodynamique) présentaient moins de symptômes allergiques et de sensibilisation comparé à un groupe d'enfants témoins. Toutefois, les auteurs soulignent que ce résultat peut difficilement être

attribuable uniquement au régime alimentaire bio de ces enfants mais davantage au mode de vie particulier des familles. En outre, le plan transversal de l'étude ne permet pas l'inférence causale mais mérite de soulever des hypothèses.

De même, l'étude de cohorte longitudinale néerlandaise **KOALA** (Kummeling et al. 2008) qui suivait 2700 mères et leur nouveau-né n'a pas montré d'association entre la consommation de viande, œufs et fruits et légumes bio et le risque d'eczéma ou de sensibilisation atopique. Cependant, un risque plus faible d'eczéma a été observé chez les enfants à 2 ans dont les mères consommaient exclusivement des produits laitiers bio durant la grossesse et le bas âge. Ces différences seraient notamment dues aux teneurs plus élevées en LA conjugué dans le lait bio. Il a en outre été démontré une différence de composition en ces nutriments dans le lait des mères de cette cohorte consommant des produits animaux bio (Rist et al. 2007).

Les travaux réalisés à partir de l'étude de cohorte suédoise **ALADDIN** (Stenius et al. 2011) visant à étudier les maladies allergiques du stade fœtal à l'âge de 3 ans de 330 enfants a mis en évidence les mêmes conclusions : les enfants des familles ayant un mode de vie anthroposophique (dont une diète bio et biodynamique) présentaient une diminution marquée de leur sensibilisation (réduction des immunoglobines E) durant les 2 premières années de leur vie comparé aux enfants ayant un mode de vie conventionnel. Néanmoins, si les bébés de 6 mois issus des familles aux modes de vie anthroposophiques présentaient des caractéristiques particulières concernant leur microflore intestinale (abondance plus élevée de *Bifidobacterium* et plus faibles de *Bacteroides* et *Veillonella*) comparé aux familles « conventionnelles », aucune différence significative n'a été trouvée avant l'âge de 6 mois (Hesla et al. 2014). Une récente étude basée sur la même cohorte a montré que le mode de vie anthroposophique était associé à une réduction de risque d'hypersensibilité alimentaire et de respiration sifflante chronique mais pas d'eczéma (Fagerstedt et al. 2016). De manière générale, ces études attestent d'un effet protecteur du mode de vie anthroposophique sur les affections allergiques des jeunes enfants mais la généralisation à la consommation de produits bio s'avère plus délicate.

La cohorte MoBa

Conduite en Norvège sur 28 192 femmes enceintes et leur progéniture de 2002 à 2008, une étude de la cohorte **MoBA** a montré un risque réduit de pré-éclampsie chez les femmes enceintes associé à la consommation de légumes bio (Torjusen et al. 2014). Toutefois, il s'agissait d'une étude

observationnelle et la détermination de la fréquence de consommation bio était imprécise. De nouveaux résultats sur la même cohorte norvégienne (Brantsæter et al. 2015) indiquaient qu'une consommation de produits bio pendant la grossesse était associée à une plus faible prévalence d'hypospadias (ce résultat avait été également observé chez des nourrissons danois (Christensen et al. 2013)) mais pas au risque de cryptorchidie chez les nouveau-nés masculins. Cependant, ces résultats reposaient sur un faible nombre de cas et d'autres études s'avèrent nécessaires sur d'autres populations.

The Million Women Study

A partir des données de la cohorte britannique **The Million Women Study**, Bradbury et al. (Bradbury et al. 2014) ont étudié l'incidence de cancer associée à la fréquence de consommation de produits bio chez 623 080 femmes adultes sur une période de 9,3 ans. Les auteurs ont observé que la consommation de produits bio (habituellement/toujours vs. jamais) n'était pas associée à une diminution de l'incidence de cancer excepté pour le lymphome non Hodgkinien. Il s'agit de la première étude de cohorte qui examine l'association entre la consommation de produits bio et le risque de cancer. Certaines limites doivent être mentionnées, à savoir : des limites inhérentes aux cohortes d'observation (auto-déclaration) mais également la durée trop courte de l'étude, les effets de confusion résiduels liés à l'insuffisance des facteurs de confusion pris en compte. Dans cette étude en particulier, il faut souligner le caractère réducteur de la mesure de l'exposition et le choix limité des modalités de fréquence en bio. Les catégories d'aliments consommés en bio n'avaient pas été relevées non plus, comme évoqué précédemment dans le Tableau 3.

Il convient de noter qu'aucune de ces études n'a réalisé de dosages de marqueurs biologiques afin de comparer la quantité de pesticides dans le sang et les urines. On ignore donc si les différences étaient dues à des expositions réellement différentes.

3) Etudes cliniques

Les études d'intervention visant à évaluer les effets d'une consommation d'aliments bio sur des biomarqueurs (dont des marqueurs nutritionnels et de capacité anti-oxydante) sont, pour la plupart, réalisées sur un nombre très limité de participants et sur des durées relativement courtes et permettent difficilement de conclure à des différences cliniquement significatives (Akçay et al. 2004; Briviba et al. 2007; Caris-Veyrat et al. 2004; Grønder-Pedersen et al. 2003; Stracke et al. 2008; Søltoft et al. 2011).

Un essai croisé randomisée conduite par De Lorenzo et al. chez 150 hommes italiens (100 hommes sains et 50 patients souffrant de maladies rénales chroniques) a montré une réduction significative du taux d'homocystéine total et du phosphore sanguin chez les sujets. Chez les malades, la masse grasse était plus faible chez les individus dont le régime était bio (De Lorenzo et al. 2010).

En conclusion, les études portant directement sur les effets directs d'une consommation de produits bio sur la santé sont insuffisantes. La diminution de résidus de pesticides dans les urines des individus ayant un régime alimentaire en majorité bio semble être désormais établie. La production et la consommation de produits bio en contribuant à réduire l'exposition aux pesticides prévenir certaines effets délétères de ceux-ci. Des études prospectives sur de larges échantillons avec des données détaillées sur les apports alimentaires incluant la consommation de bio sont nécessaires. Il est également essentiel de caractériser les individus notamment leur régime alimentaire afin d'éliminer la confusion dans les relations bio-santé.

VII. Points clés et réflexions à l'issue de l'état de l'art

L'état de l'art considéré dans *l'Introduction* amène à plusieurs réflexions. Tout d'abord, la production et la consommation de bio impliquent toute une série d'acteurs. Par ailleurs, la supposée qualité supérieure d'un produit bio provient à la fois de son absence de pesticides mais également de ses potentiels bénéfiques au niveau nutritionnel (interaction globale et synergie des composés ?). La consommation d'aliments biologiques, synonyme pour les Français de bons pour la santé, et sa part relative dans le régime alimentaire, ont, en outre été que peu étudiées à grande échelle. Aussi, des études prospectives sur de larges échantillons avec des données détaillées sur les apports alimentaires incluant la consommation de bio sont nécessaires.

De même, les profils, notamment nutritionnels, les motivations de différents groupes de consommateurs ne sont que rarement décrits. Il s'avère pourtant crucial d'identifier les caractéristiques de ces consommateurs afin d'étudier les effets bénéfiques potentiels d'un régime bio sur la santé - avec une prise en compte adéquate des facteurs de confusion afin d'isoler l'effet « bio », mais également d'évaluer son impact environnemental, son coût, les facteurs déterminants de cette consommation, en prenant en compte les diversités de consommateurs et de consommation (en bio et en conventionnel).

Ainsi, ce travail de thèse s'inscrit dans le cadre du projet BioNutriNet : *Consommation d'aliments issus de l'agriculture biologique : déterminants et motivation vis-à-vis de la durabilité, impact nutritionnel, économique, environnemental et toxicologique*. BioNutriNet est un projet multidisciplinaire financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) dans le contexte du programme ALID Systèmes Alimentaires Durables (ANR-13-ALID-0001) qui a débuté en janvier 2014 pour une durée de 4 ans dont le Dr Emmanuelle Kesse-Guyot est la coordinatrice. Il implique de nombreux partenaires à la fois des laboratoires de recherche (l'EREN, ALISS, Toxalim ou le CHU de Grenoble et NORT) mais également des associations telles SOLAGRO, l'ITAB ou Bioconsom'acteurs.

L'originalité et le côté innovateur de ce projet résident dans la caractérisation des consommateurs d'aliments issus de l'agriculture biologique via une approche globale. Il s'agit de décrire et comprendre de telles habitudes alimentaires et de s'intéresser aux facteurs et déterminants associés à la consommation de produits bio sur un large échantillon d'adultes. Outre la dimension nutritionnelle, les

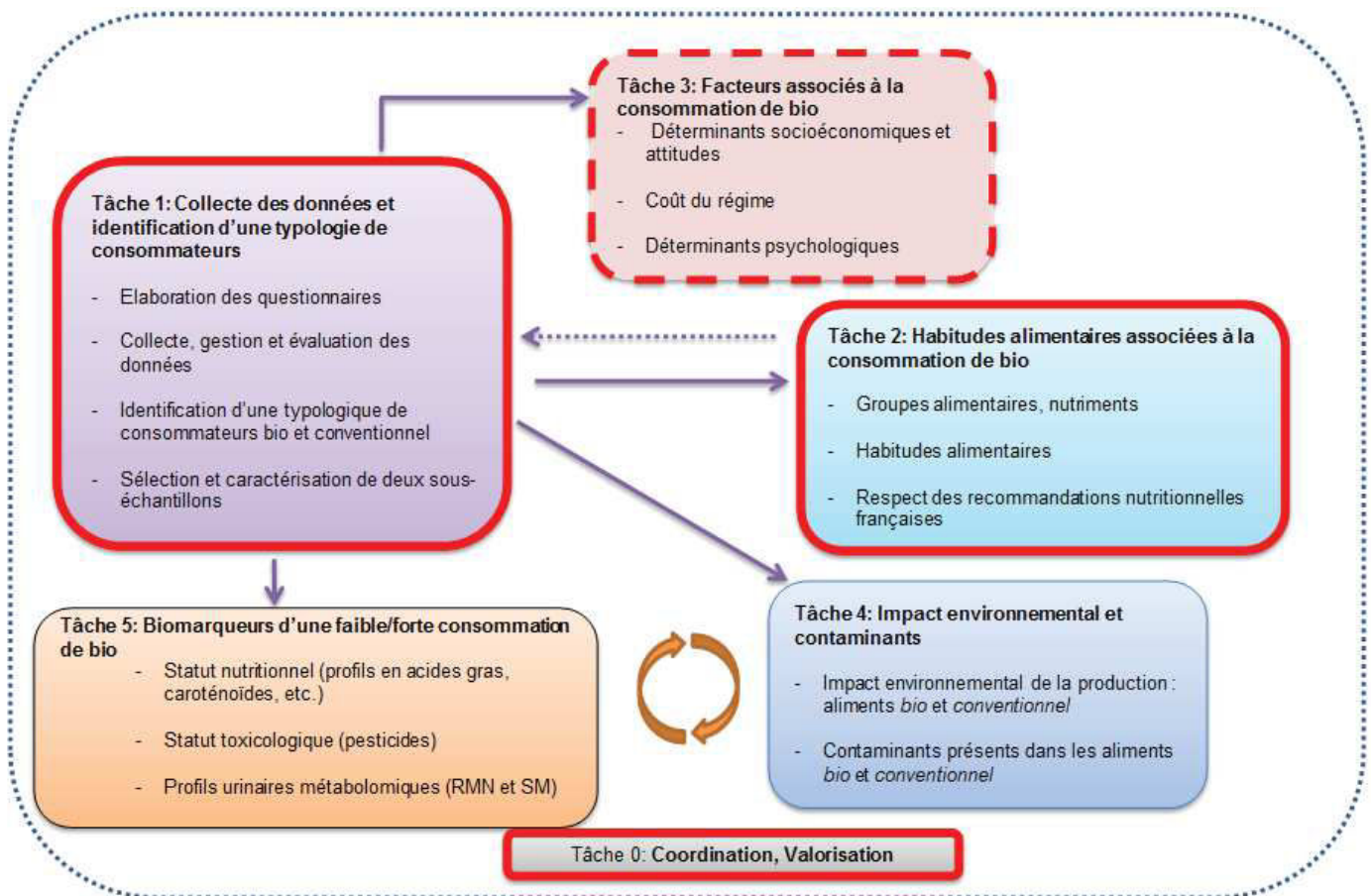
impacts économique, environnemental et toxicologique de la consommation de bio sont également pris en compte par les partenaires associés au projet.

Les principales visées du projet sont les suivantes : **le premier objectif** est d'évaluer de manière la plus précise possible la part dédiée à la consommation de produits issus de l'agriculture biologique. Ceci est estimé au niveau individuel à partir de la cohorte de l'étude NutriNet Santé. En outre, une description exhaustive des apports en nutriments, des habitudes alimentaires et de l'adéquation vis-à-vis des recommandations en fonction du niveau de consommation des produits bio a été établie. Les profils socio-démographiques, psychologiques et économiques des consommateurs de produits bio sont également étudiés ainsi que les raisons qui motivent ces choix. **Le deuxième objectif** est d'estimer les impacts environnementaux liés à la consommation de tels produits ainsi que les apports en divers contaminants. **Enfin**, il a été sélectionné deux sous-groupes déterminés en fonction de la part de produits bio dans leur alimentation pour étudier leurs statuts nutritionnel, toxicologique et métabolomique.

Le projet BioNutriNet s'articule autour de cinq volets, présenté Figure 10. La tâche 1 constitue l'épine dorsale du projet car c'est elle qui permet d'évaluer la consommation de bio. La tâche 2 investigate les aspects nutritionnels, la tâche 3 ceux économiques. La tâche 4 s'intéresse aux impacts des consommations bio en matière environnemental et de contaminants et la tâche est relative aux biomarqueurs sanguins et urinaires.

Le travail de thèse présenté ici s'inscrit dans la réalisation du projet BioNutriNet.

Figure 10 Présentation des différentes tâches du projet BioNutriNet



Les traits épais et rouges indiquent les tâches qui font l'objet de ce travail de thèse.

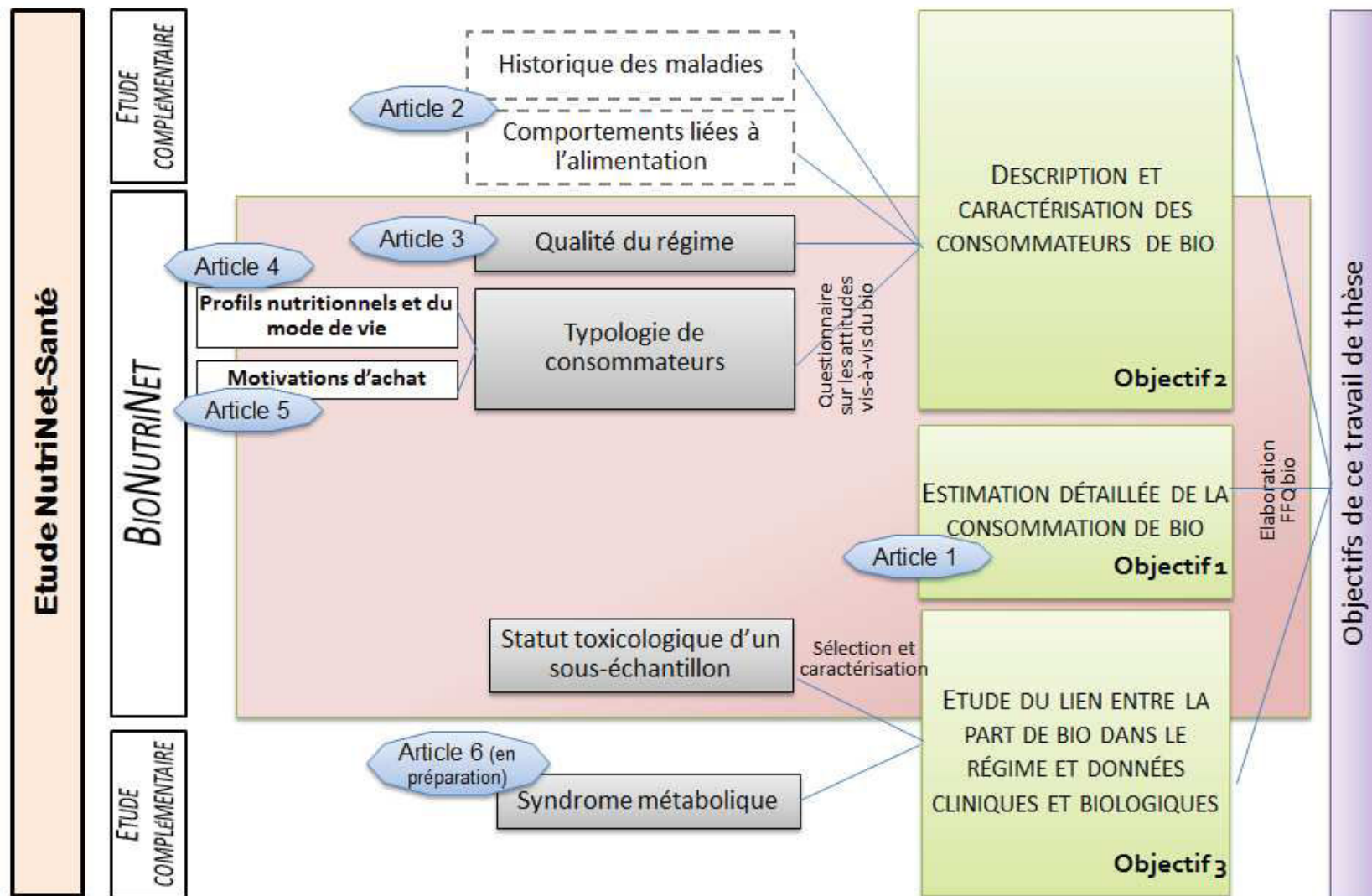
Outre les tâches dédiées (Tâches 1 et 2 et gestion de la Tâche 3 en partie) présentées dans ce travail de thèse, pour chacun des volets, j'ai collaboré avec les différents partenaires et ai participé à la coordination sous la supervision du Dr Emmanuelle Kesse-Guyot. J'ai également aidé au contrôle et à la bonne réalisation des différentes bases de données (par exemple économique et environnementale) et participé aux réunions visant à élaborer celles-ci. J'ai, en outre, pris en charge les échanges d'informations et la standardisation des outils entre les différents groupes de travail (Tâche 0).

OBJECTIFS

L'objectif général de ce travail de thèse était de caractériser les consommateurs de produits issus de l'agriculture biologique au niveau nutritionnel, de la santé ou des pratiques. Ce travail s'articulait autour de trois axes principaux et les objectifs spécifiques (Figure 11) portaient sur :

- L'estimation de la contribution du bio au régime alimentaire (à la diète globale) et à la consommation des groupes alimentaires, avec pour objectif sous-jacent, l'élaboration d'un questionnaire de fréquence alimentaire visant à évaluer la part de bio dans le régime à partir d'un questionnaire existant validé (FFQ bio) et l'élaboration d'un questionnaire sur les comportements et attitudes à l'égard du bio.
- La description et la caractérisation des consommateurs de bio au niveau individuel à savoir :
 - L'étude des caractéristiques liées aux habitudes alimentaires, au mode de vie et à l'historique des maladies selon les fréquences de consommation de bio
 - L'étude de l'association entre la qualité du régime et la part de bio via l'analyse de l'adéquation aux recommandations nutritionnelles au moyen de scores de qualité nutritionnelle
 - L'élaboration d'une typologie de consommateurs et l'identification de différents groupes de consommateurs bio et conventionnels en termes de pratiques et motivations d'achats
- L'étude des liens entre la part de bio dans le régime et différents marqueurs de santé au niveau individuel à savoir :
 - L'étude de l'association entre le syndrome métabolique et la part de bio dans le régime
 - L'étude du statut toxicologique au niveau urinaire d'un sous-échantillon dans le cadre d'une étude « cas/témoin » : sélection, description et caractérisation

Figure 11 Synthèse des objectifs de ce travail de thèse



SUJETS ET METHODES

I. Présentation générale de l'étude NutriNet-Santé

L'étude NutriNet-Santé est une étude de cohorte d'observation en France qui vise à inclure une très large population d'adultes et à les suivre sur une durée suffisamment longue (au moins de 10 ans) afin d'étudier prospectivement les relations entre la nutrition et la santé ainsi que les déterminants des comportements alimentaires (Hercberg et al. 2010).

Les critères d'éligibilité à l'étude sont les suivants : être âgé d'au moins 18 ans, résident en France, avoir accès à Internet et disposer d'une adresse e-mail personnelle.

Les objectifs spécifiques de cette étude sont :

- l'étude des relations entre les apports nutritionnels et comportements alimentaires sur la santé
- l'étude des déterminants (socioéconomiques, culturels, psychologiques...) des comportements alimentaires et de l'état de santé
- l'étude des relations entre les apports nutritionnels et des marqueurs clinico-biologiques
- la surveillance de l'évolution des apports alimentaires et de l'état nutritionnel de la population
- l'évaluation de l'impact de campagnes ou d'actions de santé publique

L'ensemble des « Nutrinautes » est suivi grâce à un site Internet www.etude-nutrinet-sante.fr. Les outils développés dans NutriNet-Santé se basent sur ceux des études SU.VI.MAX (S. Hercberg et al. 1998) et ENNS (Etude Nationale Nutrition Santé) réalisée en 2006 (Castetbon et al. 2009).

Lors du lancement de l'étude en mai 2009, les volontaires ont été recrutés par une vaste campagne multimédia pour le grand public (télévision, radio, presse écrite, Internet), relayée par de nombreux canaux professionnels. L'inclusion dans la cohorte est ouverte et se poursuit actuellement par le biais de nouvelles campagnes. La communication des résultats de l'étude auprès des médias mais également via les réseaux sociaux et le site Internet de l'étude est perpétuelle et permet de renouveler régulièrement l'appel au volontariat.

En outre, diverses méthodes sont mises en œuvre pour fidéliser les volontaires de la cohorte, l'attrition étant un enjeu majeur des études observationnelles. Outre des moyens visant à diffuser de l'actualité de l'étude via les réseaux sociaux ou la création récente d'une association (<http://www.nutrinautes-asso.fr/>),

une procédure clé est la gestion des perdus de vue appliquée de façon systématique. Un perdu de vue est une personne dont la date de dernière nouvelle est supérieure à 6 mois. La procédure est la suivante, après un mail de relance après le délai des 6 mois, si le Nutrinaute n'a toujours pas répondu, une équipe est chargée de se mettre en contact avec celui-ci afin de l'inciter à poursuivre et de connaître les motivations de sa décision.

En août 2016, 274 598 participants étaient inscrits dont 159 828 inclus (dont la moitié âgée de moins de 48 ans).

L'étude NutriNet-Santé a été conduite en accord avec les recommandations de la déclaration d'Helsinki. Les conditions de sécurité informatique et physique des données sont assurées (Avis favorables du Comité de Qualification Institutionnelle (IRB) INSERM 10 juillet 2008, n°IRB0000388FWA00005831 ; du CCTIRS 11 juillet 2008, n°08.301 ; de la CNIL 24 février 2009, n°908450). Un consentement électronique a été obtenu de la part des participants.

Une biobanque a également été réalisée dans un sous-échantillon afin de collecter des données objectives cliniques et biologiques. Toutes les procédures ont été approuvées par le Comité de Protection des Personnes du 20 avril 2010 numéro 2780, du CCTIRS le 8 juillet 2010 numéro 10.367, de la CNIL le 25 octobre 2010 DR-2010-322.

II. Recueil et traitement des données

A. Inclusion et suivi des sujets

Les questionnaires peuvent être complétés directement sur le site Internet, à l'aide d'une interface HTML sécurisée et sont disponibles au lien suivant : <http://info.etude-nutrinet-sante.fr/fr/questionnaires>. A l'inclusion et une fois par an dans le cadre de leur suivi, les volontaires remplissent un ensemble de cinq questionnaires comprenant : des questionnaires alimentaires (3 enregistrements de 24h sur 15 jours), des questionnaires portant sur l'activité physique, sur les données anthropométriques, les caractéristiques sociodémographiques et du mode de vie et un questionnaire sur l'état de santé

(pathologies et médicaments). Un volontaire est inclus dans l'étude s'il a rempli ce « *kit d'inclusion* » initial. Les années suivantes afin de mettre ses données à jour, le volontaire est invité à remplir ses « *kits anniversaire* ».

Régulièrement, les participants sont également invités par e-mail à compléter des questionnaires dits optionnels. Ces derniers portent à la fois sur les événements de santé mais aussi sur les déterminants et les comportements alimentaires (comme par exemple : les préférences alimentaires, la qualité de vie, la consommation de compléments alimentaires, les attitudes à l'égard du bio ou les connaissances des repères nutritionnels). Les questionnaires peuvent être administrés aux Nutrinautes dans le cadre de leur suivi, soit à différents mois après leur entrée dans la cohorte (campagne glissante), ou à l'ensemble des Nutrinautes au même moment (campagne fixe).

B. Données démographiques, socio-économiques, du style de vie, d'activité physique et anthropométriques

Lors de l'inscription il est demandé au Nutrinaute, entre autres, de renseigner sa civilité, son lieu et sa date de naissance, son lieu de résidence et de réitérer son consentement à participer à l'étude. Un identifiant est attribué à chaque Nutrinaute permettant de préserver l'anonymat.

Le questionnaire visant à collecter des données sur le statut socioéconomique et le mode de vie est composé de questions concernant le statut matrimonial, la situation familiale (taille et composition du ménage), le statut professionnel (catégorie socio-professionnelle, profession et statut face à l'emploi), le niveau d'éducation, les revenus du foyer, les consommations de tabac et d'alcool (permettant d'évaluer la consommation d'alcool chez les abstinents des enregistrements de 24h) et la fréquence hebdomadaire de consommation de produits de la mer (car il s'agit d'un produit peu fréquemment consommé et dont la consommation est difficilement évaluable avec des enregistrements de 24h). Concernant le revenu, le nombre de personnes est ramené à l'unité de consommation (UC) afin de comparer le niveau de vie de ménages de tailles et de compositions différentes. Il est compté une unité de consommation pour le premier adulte, puis 0,5 pour chaque personne âgée de plus de 14 ans supplémentaire et 0,3 pour les autres (INSEE 2009a). Les participants sont également libres de ne pas répondre via la modalité « je ne souhaite pas répondre à cette question ». Le questionnaire sociodémographique a été comparé à sa version traditionnelle « papier » et a montré une bonne concordance (Vergnaud et al. 2011).

Des informations concernant le poids et la taille ainsi que le suivi d'un régime particulier (dont les régimes pour perdre du poids, pour rester en forme, végétarien ou végétalien) sont également collectées via le questionnaire anthropométrique. Un régime végétarien est défini comme un régime excluant toutes viandes mais incluant des produits d'origine animale tandis qu'un régime végétalien exclut tout produit d'origine animale (exclusion de la viande, des produits de la mer, des œufs et des produits laitiers). Une étude de validation spécifique a permis de montrer une qualité élevée des données auto-rapportées (Lassale, Péneau, et al. 2013). Le questionnaire mesurant l'activité physique est l'*International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) (Craig et al. 2003). Il permet d'évaluer la durée de l'activité physique intense, de l'activité physique modérée et de la marche effectuées au cours de la semaine. Il est à noter qu'il était possible de répondre « je ne sais pas » pour certaines questions concernant la marche ce qui a entraîné des valeurs manquantes. Un calcul permet d'estimer la dépense énergétique hebdomadaire (en équivalent métabolique) divisée ensuite en trois catégories : faible (<30 min de marche rapide ou équivalent/jour), modérée (30-60 min/jour) et forte (≥ 60 min/jour).

Certaines informations sont ensuite reclassées/recodées et les données ne pouvant être reclassées sont considérées comme manquantes. Les différentes variables listées ci-dessus ont été recodées et ont principalement été utilisées comme descripteurs ou variables d'ajustement dans les modèles.

C. Données relatives à l'alimentation et à la nutrition

1) Données collectées dans NutriNet-Santé

Enregistrements de 24h

La consommation alimentaire dans NutriNet-Santé est évaluée au moyen de trois enregistrements de 24h dont les dates sont tirées au sort par le participant (2 jours de la semaine et 1 jour de week-end sur une période de 15 jours). Les participants doivent ainsi déclarer tous les produits consommés (aliments et boissons) aux petit-déjeuner, déjeuner, dîner et toutes autres prises alimentaires « hors repas » sur une période de 24h (de minuit à minuit) en apportant des informations sur les produits et les quantités consommées.

La procédure pour chacun des enregistrements se déroule ainsi :

- les participants entrent tout d'abord le nom de chacun des items consommés à l'aide d'un outil de recherche dédié ou d'une liste déroulante (Figure 12). Chacune de leur prise alimentaire est associée à un horaire et un lieu.

Figure 12 Exemple de saisie d'aliments et de boissons de l'outil d'enregistrement de 24h



- les participants évaluent ensuite la taille des portions ingérées à l'aide de photos validées (Figure 13) (Le Moullec et al. 1996) ou des mesures ménagères proposées. Les photographies présentent 7 choix de portions possibles (3 photos comprises, deux portions intermédiaires et deux portions extrêmes). Ils sont également libres de saisir manuellement la quantité exacte de l'aliment ou la boisson consommée.

Figure 13 Exemple de photographie issue de l'outil d'enregistrement de 24h visant à estimer la taille des portions

The screenshot shows a software interface for recording a 24-hour diet. At the top, it displays the date 'Journée de SAMEDI (17/01/2009)' and an 'Aide' button. The main instruction is 'Choisissez la quantité pour "carottes rapées assaisonnées"'. Below this, three photographs of a plate with shredded carrots are shown, labeled A, C, and E. Each photo is accompanied by a portion size: 'part (50 g)' for A, 'part (100 g)' for C, and 'part (150 g)' for E. Below the photos, there are radio buttons for selecting a portion size (A, B, C, D, E, F, G), with C selected. A dropdown menu for the number of portions is set to '1'. At the bottom, there is a text input field for specifying a custom quantity in grams, and buttons for 'Annuler', 'Précédent', and 'Terminer'.

- à la fin de l'enregistrement, les participants précisent s'il s'agit d'une journée typique de leur régime habituel.

Ces informations sont mises à jour tous les six mois.

Cet outil a été validé en comparaison à des biomarqueurs. Les études réalisées suggèrent qu'il permet de collecter des données de qualité égale, voire supérieure à celles obtenues avec les méthodes de collecte traditionnelles utilisées en épidémiologie (Lassale et al. 2015; Lassale et al. 2016).

Les données alimentaires collectées permettent de calculer les apports journaliers en nutriments et alcool. Pour cela la table de composition de NutriNet-Santé qui comprend plus de 2100 aliments et qui recense les valeurs nutritionnelles pour plus de 3500 références (Etude Nutrinet-Santé 2013) est utilisée. Cette table de composition est mise à jour continuellement par l'équipe diététique qui l'incrémente régulièrement avec des marques d'aliments et les aliments saisis en clair. Une pondération est affectée sur les enquêtes validées afin de tenir compte de la variabilité intra-individuelle au cours de la semaine

(jours de semaine/de week-end). Toutefois, la table de composition ne permet pas de distinguer les produits bio des produits conventionnels.

La méthode de Black (adaptée de celle de Goldberg (Goldberg et al. 1991)) a été utilisée afin d'identifier les sous-déclarants (c'est-à-dire les individus qui sous-estiment les apports et les quantités consommées) (Black 2000). Elle estime qu'un individu dont le poids est stable présente un apport et une dépense énergétiques égaux. Le métabolisme de base (BMR) est calculé à partir des équations de Schofield (Schofield 1985) selon l'âge, le sexe, la taille et le poids. Le ratio apport énergétique (AE) sur le BMR est égal à un coefficient d'activité physique appelé PAL. Si ce dernier est plus faible qu'un seuil minimal défini par Goldberg il devrait y avoir perte de poids. Ce PAL minimal doit être modulé selon la variabilité des apports et le niveau d'activité physique réel de l'individu s'il est connu. Ici, un PAL égal à 0,88 a permis d'identifier les sous-déclarants extrêmes et un PAL de 1,55 les autres sous-déclarants. Ce calcul nécessite la prise en compte de la variabilité intra-individuelle et n'est donc réalisable que si plusieurs enregistrements de 24h sont pris en compte. Les sous-déclarants sont exclus des analyses. Cet outil a permis d'évaluer les apports alimentaires dans le cadre du travail complémentaire effectué en amont du recueil des données de BioNutriNet (article 2).

Questionnaire sur les fréquences de consommation en bio

Un questionnaire évaluant **les fréquences de consommation des produits issus de l'agriculture biologique** est administré aux participants deux mois après leur entrée dans l'étude (Annexe 1). Il est demandé aux participants de fournir des informations sur la fréquence de consommation des 18 produits bio suivants: 1) fruits, jus de fruits 2) légumes 3) produits à base de soja 4) produits laitiers 5) viande, poisson 6) œufs 7) plats préparés industriels 8) vin 9) riz, pâtes, semoule, quinoa, légumes secs 10) pain et biscottes 11) farine 12) huiles végétales et sauces 13) produits sucrés 14) café, thé, tisane 15) autres aliments 16) compléments alimentaires 17) cosmétiques 18) textiles. Il est bien précisé en amont du questionnaire que celui-ci porte sur les produits labellisés et non l'autoproduction. Pour chacun des items, à la question *vous arrive-t-il de consommer des [xxx] bio* correspondaient huit modalités de fréquence (avec une attention particulière portée sur les raisons de non-consommation) : « la plupart du temps », « de temps en temps », « jamais (c'est trop cher) », « jamais (non disponibilité) », « jamais (manque d'intérêt) », « jamais (sans raison particulière) » et « je ne sais pas ».

Autres données collectées

Un questionnaire sur les **connaissances des repères nutritionnels officiels** tels que définis par le Programme National Nutrition Santé (PNNS) (Serge Hercberg, Chat-Yung, et Chaulia 2008) pour les principaux groupes d'aliments est posé un mois après l'inclusion dans la cohorte. Les questions portent sur la connaissance des portions journalières conseillées pour 1) les fruits et légumes, 2) les produits laitiers, 3) les viande, produits de la mer, œufs, 4) les féculents et 5) la portion hebdomadaire conseillée pour les produits de la mer.

Deux mois après l'inclusion un questionnaire portant sur l'utilisation de **compléments alimentaires** est administré aux participants. Ils sont interrogés sur la prise de compléments alimentaires ou non au cours des 12 derniers mois.

Les données des trois questionnaires cités ont été utilisées dans le cadre de l'étude complémentaire réalisée en parallèle de BioNutriNet portant sur les traits de santé et les traits nutritionnels des consommateurs de bio (article 2).

2) Données collectées spécifiquement dans le projet BioNutriNet

Afin de répondre aux objectifs spécifiques du projet BioNutriNet, au cours de cette thèse deux questionnaires ont été développés : le premier était un questionnaire de fréquence alimentaire destiné à évaluer la part des consommations issue de l'agriculture bio, le deuxième était un questionnaire portant sur les attitudes et les perceptions à l'égard du bio ainsi que sur les lieux d'achats des participants

Elaboration et lancement du FFQ bio

Afin d'estimer de manière détaillée les consommations alimentaires usuelles et la part relative du bio dans le régime, un questionnaire de fréquence alimentaire semi-quantitatif bio (FFQ bio ou *Org-FFQ* en anglais) a été administré aux participants. Celui-ci a été administré lors d'une campagne fixe s'étendant de Juin à Octobre 2014.

A cet effet, les participants ont reçu un e-mail les informant qu'un questionnaire de fréquence alimentaire optionnel mais dont l'importance était « haute » était disponible dans leur espace personnel (la mention de bio n'était pas incluse dans le titre afin de mobiliser des non-consommateurs également).

En raison de la longueur particulière de ce questionnaire pouvant entraîner une démotivation, il était également précisé que le questionnaire pouvait être rempli en plusieurs fois.

Le FFQ bio était basé sur un questionnaire de fréquence alimentaire auto-administré préexistant dans l'étude NutriNet-Santé. La reproductibilité et la validité de ce précédent questionnaire ont été testés en comparaison à des enregistrements de 24h. Ainsi, une reproductibilité acceptable et une validité relative acceptable ont été observées (Kesse-Guyot et al. 2010). Il s'agit d'un questionnaire de fréquence alimentaire semi-quantitatif : il intègre des questions sur les tailles de portion, en proposant une taille standard de portions permettant d'évaluer la quantité consommée et donc de calculer précisément des apports nutritionnels (Thompson et Byers 1994).

A partir de ce questionnaire de fréquence validé, une échelle visant à estimer la part de bio pour chacun des aliments a été ajoutée et la liste des aliments mises à jour en lien avec l'équipe diététique et les membres de l'association Bioconsom'acteurs afin de prendre en compte une plus grande diversité de pratiques alimentaires notamment celles propres aux consommateurs de bio (par exemple une catégorie « substituts protéiques » a été ajoutée).

Pour chaque item du questionnaire, 3 informations étaient demandées (Figure 14) :

- 1) Evaluation de la fréquence de consommation de l'item (par jour, semaine, mois, année)
- 2) Evaluation de la quantité consommée de cet item (nombre de prises selon la portion mentionnée)
- 3) Evaluation de la part de consommation de cet item qui était issue de l'agriculture biologique (via une échelle ordinale à 5 modalités de fréquence)

Figure 14 Extrait du FFQ bio. Pour chaque item consommé, les participants devaient compléter la quantité, la fréquence et la fréquence de consommation en bio

1 - Introduction

2 - Pains, céréales et sucres

3 - Boissons chaudes, lait et yaourts

4 - Fromage blanc et entremets

5 - Fromages et charcuteries

6 - Portions fromages et pâté-rillettes

7 - Oeufs et plats garnis

8 - Poissons et fruits de mer

9 - Portions poissons

10 - Viandes et charcuteries chaudes

11 - Substituts protéiques

12 - Portions viandes

Poissons et fruits de mer

POISSONS ET FRUITS DE MER

Au cours des 12 derniers mois, à quelle fréquence avez-vous consommé :
(la taille de portion vous sera proposée dans la rubrique suivante)

	Aide	Consommation	Nombre de prises	Fréquence	Le produit était-il bio ?
1 portion (100g) de coquillages (12 huîtres, 4 grosses noix de St.Jacques, ou 1 petite assiette de bulots, bigorneaux, moules...)		<input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Non			
1 portion (100g) de crustacés non décortiqués (1 petite assiette de crevettes, gambas, langoustines, ½ tourteau, crabe ou homard...)		<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="Par mois"/>	<input type="text" value="Rarement"/>
1 portion (100g) de 3 bâtonnets de poisson pané ou 1 filet de poisson pané, y compris maison		<input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Non			
1 portion de poisson 'gras' (maquereau, hareng, anguille, sardine, saumon...)		<input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Non			
1 portion de poisson 'mi-gras' (anchois, bar, carpe, espadon, flétan, rouget, roussette, thon, mullet, truite, turbot...)		<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="Par semaine"/>	<input type="text" value="Jamais"/>
1 portion de poisson 'maigre' (les autres espèces, comme cabillaud, colin, merlan, sole...)		<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="Par mois"/>	<input type="text" value="Rarement"/>

Les paragraphes ci-dessous décrivent plus précisément les méthodes d'évaluation de la consommation alimentaire (étapes 1. et 2.) et de la part relative de consommation en bio (étape 3.).

Lors de l'ouverture du questionnaire par les participants, une notice introductive expliquait les consignes de remplissage de celui-ci avec un exemple. Il y était notamment précisé que toutes les prises alimentaires devaient être considérées, à domicile comme à l'extérieur de même que les prises alimentaires entre les repas. Le questionnaire était constitué de 264 items (dont la liste est présentée en Annexe 2) regroupés en catégories d'aliments et portait sur les apports habituels au cours des 12 derniers mois. Pour la plupart des items, les participants devaient déclarer la fréquence de consommation (via un menu déroulant : jour, semaine, mois, an) et la quantité consommée en clair (chiffre sans décimal) des

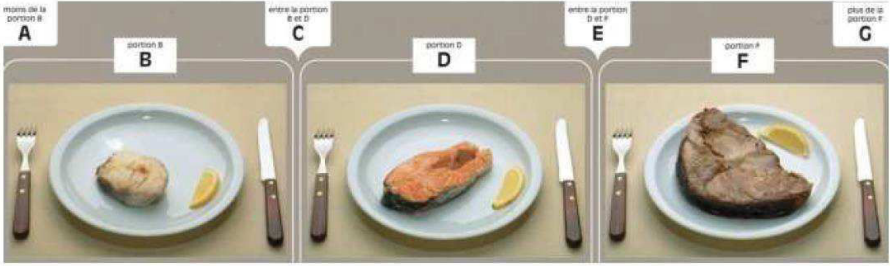
portions standards présentées (mesures ménagères comme une cuillère à soupe ou des unités standards comme un pot de yaourt). Des questions spécifiques portaient sur le type de matières grasses (beurres et margarines) les plus fréquemment utilisées pour tartiner et pour la cuisson. Pour huit catégories d'aliments (fromages et fromages végétaliens, pâté et pâté végétaliens, produits de la mer, viande, beurre à tartiner, pommes de terre, féculents et légumes), le questionnaire présentait des photographies sur le même modèle que celui décrit pour les enregistrements de 24h (Figure 15). Le participant avait également la possibilité d'indiquer qu'il ne consommait pas l'item et dans ce cas n'avait pas à remplir les autres informations relatives à celui-ci. Afin de minimiser les données déclarées aberrantes, un seuil de 50 pour les prises était fixé pour les boissons et de 20 pour les aliments. Les tailles de portion standards ou les tailles de portions correspondant aux photographies ont été multipliées par la fréquence journalière afin d'estimer des apports pour chaque item en grammes.

Figure 15 Extrait du FFQ bio. Pour huit catégories d'aliments qui ne sont pas consommées selon des portions standards, le questionnaire présentait des photographies

- 1 - Introduction
- 2 - Pains, céréales et sucres
- 3 - Boissons chaudes, lait et yaourts
- 4 - Fromage blanc et entremets
- 5 - Fromages et charcuteries
- 6 - Portions fromages et pâté-rillettes
- 7 - Oeufs et plats garnis
- 8 - Poissons et fruits de mer
- 9 - Portions poissons**
- 10 - Viandes et charcuteries chaudes
- 11 - Substituts protéiques
- 12 - Portions viandes

Portions poissons

Regardez la photo ci-dessous : quand vous mangez du poisson, en général, quelle quantité moyenne en mangez-vous ? Cochez la lettre qui correspond à la portion de poisson que vous mangez en moyenne :



A
 B
 C
 D
 E
 F
 G
 Je n'en consomme jamais

[◀ Précédent](#) | [Suite ▶](#)

Par ailleurs, outre la quantité et la fréquence de consommation, pour chacun des items (excepté ceux n'existant pas en bio comme l'eau ou les produits à base d'aspartame au nombre de 7), les participants devaient indiquer la fréquence de consommation de l'item en bio au moyen d'une échelle ordinaire à 5 modalités : « jamais », « rarement », « la moitié du temps », « souvent » et « toujours ». Pour les beurres et margarines utilisés pour la cuisson et pour tartiner, il était également demandé aux participants de choisir entre 20 beurres et margarines bio et conventionnels.

Le choix de l'échelle s'est porté sur 5 modalités de fréquence afin d'obtenir une échelle symétrique et présentant un nombre réduit de modalités ; une échelle avec des pourcentages aurait en effet requis un

trop lourd effort de mémoire. En outre, une étude a estimé que les échelles basées sur un nombre relativement faible de catégories (5 ou 6) semblaient être les plus fiables (McKelvie 1978).

Pour estimer la part dédiée au bio, pour chacun des items, les pondérations de 0 ; 0,25 ; 0,5 ; 0,75 et 1 ont été alloués respectivement aux modalités « jamais », « rarement », « la moitié du temps », « souvent » et « toujours ». Des analyses de sensibilité ont été réalisées afin d'évaluer l'impact de l'attribution de pourcentages arbitraires et la traduction de données « qualitatives » en données « quantitatives ». Les résultats de ces analyses de sensibilité seront présentés dans la partie relative à l'estimation de la consommation de bio dans le régime.

- En premier lieu, un pourcentage de 25% à la modalité « rarement » ne reflétant pas forcément les consommateurs occasionnels, un pourcentage de 10% a été attribué à cette modalité. Ce changement ne modifiait pas de manière notable les résultats (-2% en moyenne).
- D'autre part, 20 simulations de Monte Carlo (Rubinstein et Kroese 2011) ont été réalisées afin d'affiner l'analyse statistique et de mieux comprendre comment se comportaient les données. La méthode de Monte Carlo consiste à affecter à certaines variables clés une distribution de probabilité. Pour chacun de ces facteurs, plusieurs tirages aléatoires sont effectués dans les distributions de probabilité déterminées, afin de trouver la probabilité d'occurrence de chacun des résultats.

Pour réaliser ces simulations, nous avons basé nos calculs sur plusieurs hypothèses :

- Des intervalles arbitraires ont été affectés à chacune des catégories de fréquences comme présenté Tableau 7.
- Les modalités ont été considérées comme uniformément distribuées sur ces intervalles.
- Pour chaque simulation de données, le même pourcentage était attribué à une modalité.

Tableau 7 Correspondances entre les modalités de fréquence de l'échelle bio et les pourcentages et intervalles alloués

Modalité de fréquence	Pourcentage arbitraire préalablement alloué	Intervalle utilisé lors des simulations de Monte Carlo
Jamais	0%	[0-2,5%[
Rarement	25%	[2,5%-35%[
La moitié du temps	50%	[35%-65%[
Souvent	75%	[65%-90%[
Toujours	100%	[90%-100%]

Ces analyses de sensibilité n'ont pas modifié de manière substantielle les résultats notamment en raison des intervalles arbitraires choisis et de l'hypothèse de l'uniformité de la distribution de probabilité (n'ayant pas d'hypothèse à ce sujet).

Nous avons donc choisi de présenter les résultats issus de l'allocation des pourcentages 0, 25%, 50%, 75% et 100%. En effet, lors de l'élaboration du questionnaire, un des objectifs premiers du choix de l'utilisation d'une échelle centrée avec les extrêmes « jamais » et « toujours » de part et d'autre était de créer une échelle symétrique permettant d'affecter des pourcentages symétriques.

Par ailleurs, la distribution des différentes modalités a également été examinée (Tableau 8). On observe que la modalité « rarement », suivie par la modalité « toujours » est la plus fréquemment déclarée lors de la consommation de produits bio.

Tableau 8 Distribution de l'occurrence des modalités déclarés dans le FFQ bio (données redressées), NutriNet-Santé

	Moyenne	Ecart-type	Rapport sur le nombre d'items consommés	Minimum	Maximum
Non-consommation du produit	141,2	33,9	N/A	37	250
Non-consommation du produit en bio (Jamais)	65,8	45,6	58%	0	202
Rarement	22,3	28,2	18%	0	210
La moitié du temps	7,2	12,3	6%	0	208
Souvent	9,3	14,6	8%	0	151
Toujours	11,2	21,0	10%	0	164

La consommation alimentaire en bio a été définie comme étant la somme des quantités des items consommés en bio au niveau individuel (en g/j) et la consommation en conventionnel (en g/j) était la différence entre la quantité totale consommée par l'individu et sa consommation en bio. La part relative de bio dans le régime a été calculée en sommant la quantité des produits consommés en bio sur la quantité totale consommée (ratio).

Pour un item donné i et un individu j , avec λ_{iB} le pourcentage affecté à la modalité choisie de l'échelle bio, $\lambda_{iC} = 1 - \lambda_{iB}$ la part complémentaire de conventionnel et C_i la consommation totale pour un item, le calcul réalisé pour estimer la quantité en g/j était le suivant :

- Consommation totale (ij) en g/j : $\sum_{i=1}^N (C_i \times \lambda_{iB} + C_i \times \lambda_{iC})$

- Consommation en bio (ij) en g/j : $\sum_{i=1}^N C_i \times \lambda_{iB}$
- Ratio de bio (ij) : $\frac{\sum_{i=1}^N C_i \times \lambda_{iB}}{\sum_{i=1}^N (C_i \times \lambda_{iB} + C_i \times \lambda_{iC})}$

Différents indicateurs reflétant la part relative de bio dans le régime ont été calculés comme par exemple, la part relative de bio dans le régime, la part relative de bio dans le régime sans prendre en compte l'eau. Ils seront décrits dans les différentes parties correspondantes.

Chacun des items du FFQ bio correspondant à plusieurs aliments de la table de composition des aliments de NutriNet-Santé (Étude Nutrinet-Santé 2013) (excepté les aliments « bruts » comme la pomme par exemple), une table de composition ad-hoc a été mise au point en pondérant les différents aliments possibles pour un item par la fréquence de consommation (spécifique au sexe) déclarée sur l'ensemble des Nutrinautes dans les enregistrements de 24h. Les nutriments ingérés ont ensuite été estimés grâce cette table de composition. Il est important de noter qu'une table de composition unique a été utilisée avec des valeurs moyennes et donc que le mode de production (bio vs. conventionnel) n'était pas pris en considération dans cette table, alors que comme décrit précédemment, il existe probablement des différences nutritionnelles pour certains composés (antioxydants notamment) entre les produits bio et conventionnels.

Les individus ayant sur-déclaré ou sous-déclaré leur consommation ont été identifiés. Pour cela, les besoins énergétiques (BE) (prenant en compte le niveau d'activité physique fixé par défaut à 1.55 et le BMR) ont été comparés à l'apport énergétique déclaré. Le ratio AE/BE a été calculé et les individus dont les ratios étaient inférieurs à des seuils préalablement identifiés (0,35 et 1,93) ont été exclus des analyses. Ces deux seuils étaient les 1^{er} et 99^{ème} percentiles du FFQ original chez tous les Nutrinautes, méthode utilisée dans une autre étude (Kesse et al. 2005) .

Données relatives aux attitudes à l'égard du bio

Le second questionnaire posé dans le cadre du projet BioNutriNet utilisé dans ce travail de thèse portait principalement sur les attitudes, perceptions et pratiques d'achats des consommateurs vis à vis du bio. Ce questionnaire administré de Juillet à Octobre 2014 lors d'une campagne fixe a permis de recueillir des données sur la connaissance des labels, les lieux d'approvisionnement des produits bio et conventionnels et certaines pratiques écologiques. Il était également demandé aux participants de se

classer dans une catégorie de consommateur de bio : consommateur régulier de bio, consommateur occasionnel de bio ou non-consommateur.

Les participants devaient identifier les labels bio officiels parmi les 12 logos proposés comme illustré dans la figure ci-dessous.

Figure 16 Questionnaire sur les attitudes vis-à-vis du bio : Partie relative à la reconnaissance des labels issue du questionnaire sur les attitudes vis-à-vis du bio

1 - Introduction
 2 - Partie I
 3 - Partie II
 4 - **Partie III**
 5 - Partie IV
 6 - Partie V
 7 - Partie VI
 8 - Partie VII
 9 - Partie VIII
 10 - Commentaires

Partie III

Des logos vous sont présentés ci-dessous, à votre avis, lesquels sont des signes officiels actuels de reconnaissance de produits issus de l'agriculture biologique ?
Plusieurs réponses possibles

A B C
 D E F
 G H I
 J K L

A B C D E F G H I J K L

En outre, pour une liste de 30 catégories de produits bio et 31 conventionnels, les participants devaient également déclarer leur principal lieu d'achat parmi ceux proposés : GMS, hard discounts, marchés (de producteur, de revendeur), associations de producteurs, paniers et AMAP, chez l'artisan (boulangier, boucher, poissonnier etc.), à l'épicerie, à la ferme, autoproduction. Ils avaient également la possibilité de déclarer ne pas consommer le produit. Pour chaque lieu d'achat, un score moyen « lieu d'achat » en pourcentage a été calculé : en sommant le nombre de fois que ce lieu d'approvisionnement était déclaré comme principal pour les différentes catégories d'aliments puis en le divisant par le nombre de

catégories pour lesquelles le participant déclarait s'approvisionner. Pour un lieu d'achat L, le calcul était le suivant :

$$\%score (L) = \frac{\sum L \text{ désigné comme lieu principal pour la catégorie consommée}}{\text{nombre de catégories consommées}} \times 100$$

Par ailleurs, les participants devaient répondre à des questions relatives à des pratiques visant à réduire la consommation d'énergie et la production de déchets. Les questions étaient les suivantes : 1) *Avez-vous acheté votre réfrigérateur selon la performance de l'étiquette énergie* 2) *Dégivrez-vous régulièrement celui-ci* 3) *Utilisez-vous un couvercle lorsque vous faites chauffer l'eau* et 4) *Recyclez-vous vos déchets organiques (épluchures, coquilles d'œufs...)*.

3) Indicateurs de la qualité nutritionnelle du régime

Afin d'évaluer la qualité nutritionnelle globale du régime des participants deux scores *a priori* ont été calculés : le mPNNS-GS (modified Programme National Nutrition Santé-Guideline Score) qui traduit l'adéquation aux recommandations nutritionnelles officielles basées sur les groupes d'aliments et le PANDiet (Probability of Adequate Nutrient Intake Dietary Score) qui mesure l'adéquation aux valeurs nutritionnelles de référence. Le PNNS-GS (dans un échantillon de l'étude SU.VI.MAX) et le PANDiet ont été validés (Estaquio et al. 2009; Verger et al. 2012).

mPNNS-GS

Lancé en 2001 par le Ministère de la Santé (Chauliac et al. 2009), le PNNS est un programme de santé publique visant à améliorer l'état nutritionnel, de santé et de qualité de vie des populations en agissant sur la nutrition et l'activité physique. Neufs objectifs nutritionnels ont été définis pour l'ensemble de la population (et adaptés pour des populations spécifiques), traduits en repères de consommation.

Dans ce contexte, un score d'adéquation à ces recommandations a été élaboré : le PNNS-GS dont le calcul détaillé est explicité en Annexe 3. Le PNNS-GS comprend 13 composantes qui correspondent aux différentes recommandations officielles. Dans ce travail, un score modifié (le mPNNS-GS) a été utilisé ne prenant pas en compte la composante « Activité physique » afin de refléter uniquement la qualité du régime.

Les composantes « Fruits et légumes », « Féculents », « Aliments complets », « Lait et produits laitiers », « Viande, Oeufs, Produits de la mer » et « Produits de la mer » correspondent à des recommandations d'adéquation. Les composantes concernant les matières grasses ajoutées, les produits sucrés, les boissons non alcoolisées, l'alcool et le sel se réfèrent quant à elles à des recommandations de modération de consommation. Ce score comprend des « gratifications » et des « pénalités ». En outre, un système de pénalité permet de tenir compte d'un apport énergétique excessif qui augmenterait mécaniquement le score : les individus dont les apports sont supérieurs à au moins 5% de leurs besoins énergétiques voient leur score pénalisé d'autant. Les scores obtenus peuvent donc aller de valeurs négatives (en raison des pénalités) jusqu'à 13,5.

Le pourcentage d'individus dont les consommations étaient adéquates a également été calculé pour les 12 composantes du mPNNS-GS.

PANDiet

Le PANDiet (Verger et al. 2012) a également été développé dans le but d'évaluer l'adéquation aux besoins moyens estimés en nutriments d'après les recommandations officielles françaises (Martin 2001) (mises à jour depuis au travers de plusieurs rapports de l'Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)). Celui-ci a été adapté au FFQ bio en considérant l'absence de variabilité intra-individuelle (propres aux enregistrements de 24h) sur conseil des auteurs, le FFQ bio mesurant déjà les apports usuels sur l'année.

Le PANDiet est composé de deux sous-scores : un sous-score d'adéquation et un sous-score de modération. Pour chaque nutriment, une « probabilité d'adéquation », est calculée en utilisant la fonction *probnorm* de SAS, reflétant soit les apports au-dessus de valeurs minimales requises (score d'adéquation) ou soit ceux en dessous des valeurs maximales requises (score de modération).

Le calcul permettant d'estimer l'adéquation à l'apport usuel pour un nutriment donné est le suivant :

$$F\left(\frac{y-r}{SD_r}\right)$$

avec F: fonction *probnorm* dans SAS

y: l'apport moyen

r: valeur de référence pour le nutriment

SD_r: la variabilité interindividuelle

Dans ce présent travail, les nutriments suivants ont été retenus pour le calcul du PANDiet : les protéines, les glucides totaux, les lipides totaux, les glucides simples ajoutés, les AGS, les AGPI, les omega-3 et omega-6, le cholestérol, les fibres, les vitamines A, B1, B2, B3, B5, B6, B9, B12, C, D et E, le calcium, le magnésium, le zinc, le phosphore, le potassium, le fer, l'iode, le sélénium et le sodium. L'apport en certains nutriments devait être maximisé (par exemple les AGPI, inclus dans le score d'adéquation) tandis que l'apport en certains nutriments, comme les AGS, devait être limité (comprises dans le score de modération uniquement). D'autres nutriments pouvaient être intégrés à la fois dans le score d'adéquation comme dans celui de modération (par exemple les protéines). Le score final est la moyenne des deux sous-scores (sur 100).

D. Données relatives aux motivations intervenant dans les choix alimentaires lors de l'approvisionnement

Dans le cadre d'un projet intitulé OCAD (Offrir et Consommer une Alimentation Durable), financé par l'ANR (projet OCAD, ANR-11-ALID-002-06), un questionnaire dont des extraits sont présentés en Annexe 4, a été élaboré par les chercheurs du laboratoire afin de mieux connaître les raisons des choix lors des achats alimentaires. Une attention particulière s'est portée sur les motivations liées à la durabilité. La description et la validation de ce questionnaire ont été réalisées au sein d'un échantillon de l'étude NutriNet-Santé (Sautron et al. 2015). Des extraits de l'article relatif à cette validation sont présentés en Annexe 5.

Ce questionnaire a été administré de février 2013 à décembre 2013. Il était divisé en deux parties principales, l'une concernait les motivations au global lors des achats alimentaires et la seconde portait sur l'achat de catégories d'aliments spécifiques (viande, poisson, fruits et légumes, produits laitiers). Les individus déclarant ne pas réaliser les courses alimentaires ont été exclus.

Dans la première partie, pour toute une série de motivations proposée, les sujets devaient répondre à la question suivante via une échelle de Likert ordinale à 5 modalités : *Quand j'achète un aliment, je tiens compte :*

- de son impact sur l'environnement
- de son effet sur la santé
- de son prix

- etc.

Les modalités de réponse étaient les suivantes : « pas du tout d'accord », « plutôt pas d'accord », « plutôt d'accord », « tout à fait d'accord » et « ne sais pas ».

Dans la seconde partie, pour chacune des catégories d'aliments, il était demandé aux participants s'ils achetaient ce produit. Si c'était le cas, les participants étaient invités à répondre à une série de questions concernant le groupe alimentaire formulées comme dans la première partie. Dans le cas contraire, les individus étaient interrogés sur les raisons de non achat du groupe alimentaire.

Le remplissage du questionnaire a généré deux types de données manquantes, l'un due à la modalité « ne sais pas », l'autre en raison du non achat des quatre différents groupes alimentaires spécifiques de la seconde partie. Par exemple, les participants n'achetant jamais de poisson ne pouvaient pas répondre sur leurs motivations pour l'achat de ce groupe alimentaire.

Afin de limiter les données manquantes, une imputation de données a été réalisée au moyen de la méthode « Hot Deck » adaptée aux données catégorielles (Andridge et Little 2009). Cette procédure permet le remplacement des réponses manquantes à certaines questions par des valeurs empruntées à d'autres répondants. L'un des modèles sur lesquels elle s'appuie est celui où l'on suppose que les probabilités de réponse sont égales dans les cellules d'imputation. Les cellules d'imputation sont les cellules obtenues après stratification de l'échantillon sur un ensemble de variables complètes pour tous les répondants. Lorsque l'on impute une variable, on tire la valeur imputée au hasard dans la cellule de répondants dont fait partie l'individu à imputer.

Pour le premier type de données manquantes (déclaration *ne sais pas* pour les variables génériques), les réponses manquantes ont été imputées en stratifiant les répondants sur des variables sociodémographiques : le sexe, l'âge (moins de 35 ans ; 35-49 ans ; 50-64 ans ; 65 ans et plus) et le niveau d'étude (inférieur au bac ; bac ; supérieur au bac). Il a été en effet montré que la probabilité de répondre *ne sais pas* était associée à des caractéristiques sociodémographiques (Francis et Busch 1975).

Pour le second type de données manquantes, une stratification supplémentaire a été prise en compte correspondant à la modalité de réponse de la question de la première partie du questionnaire portant sur les motivations générales. Ainsi, par exemple, pour l'imputation de la variable *Quand j'achète du poisson, je tiens compte de son goût*, l'imputation a été stratifiée sur les caractéristiques

sociodémographiques et sur la réponse à la question *Quand j'achète des aliments en général, je tiens compte de leur goût.*

Le questionnaire a été validé par analyse factorielle (Sautron et al. 2015). L'analyse de premier ordre a permis d'identifier neuf dimensions associées aux choix alimentaires : « Absence de produits chimiques », « Frein environnemental », « Ethique et environnement », « Goût », « Innovation », « Production locale et traditionnelle », « Prix », « Santé » et « Simplicité ». Un facteur de second ordre a également été mis en évidence « consommation saine et écologique » comprenant « Absence de produits chimiques », « Production locale et traditionnelle », « Santé » et « Ethique et environnement ».

E. Données relatives à l'état de santé

La surveillance des événements de santé des Nutrinautes est réalisée grâce à un suivi actif et à l'aide de bases de données médico-administratives.

A l'inclusion et chaque année, un questionnaire permet de recueillir des informations sur l'état de santé des Nutrinautes incluant des questions sur le statut ménopausique, les grossesses et dates d'accouchement chez les femmes, la prise de médicaments (traitement hormonal de la ménopause, contraceptifs oraux, etc.), les antécédents personnels et familiaux de maladies, et la survenue de nouveaux événements de santé (maladies cardio-vasculaires, cancers, etc.) qui sont validés secondairement. En outre, au travers de questionnaires de surveillance réguliers (tous les 3 mois), les Nutrinautes sont invités à saisir tout nouvel événement de santé (hospitalisation, diagnostic, etc.).

Le statut vital et les causes de décès sont suivis de manière exhaustive et obtenus selon la procédure décrite dans le Décret 98-37 autorisant l'accès au répertoire national d'identification des personnes physiques et à la base de données CépiDc l'Inserm (registre national de mortalité).

Les données de morbidité sont recueillies via différentes sources. La source principale est la validation directe des événements déclarés par les sujets en collectant les comptes rendus anatomopathologiques et autres documents médicaux par un comité de médecins qui valide chacun de ces événements dits majeurs. L'équipe de recherche en Epidémiologie Nutritionnelle a obtenu le droit, officialisé par un Décret en Conseil d'Etat de collecter le numéro de sécurité sociale des participants, permettant ainsi un chaînage avec les données des bases médico-administratives telles que la base du Système National d'Informations Inter Régimes de l'Assurance Maladie.

Les données concernant l'état de santé des Nutrinautes ont servi dans le cadre de l'étude complémentaire (article 2) sur la caractérisation des antécédents des maladies des participants mais également lors de la sélection d'un sous-échantillon des 300 individus pour les analyses urinaires en permettant d'identifier les individus ayant eu des événements de santé majeurs et prenant des traitements médicamenteux. Elles ont, en outre, été utilisées également dans l'étude sur l'association entre syndrome métabolique et la consommation de bio.

F. Données clinico-biologiques

1) Examen clinique et biologique dans NutriNet

Sur la base du volontariat, entre 2011 et 2013, une consultation clinico-biologique dans un des 60 centres répartis sur toute la France a été proposée à tous les Nutrinautes. D'une durée d'une trentaine de minutes, la consultation incluait des prélèvements sanguin et urinaire. La consultation clinique comprenait la mesure de la pression artérielle, du poids, de la taille, du tour de taille et des hanches et des mesures par bioimpédancemétrie, selon des procédures standardisées précédemment décrites (Lassale, Galan, et al. 2013).

Les différents tubes sanguins prélevés ont permis d'obtenir, après centrifugation, du plasma, du sérum, la couche leuco plaquettaire et des globules rouges. Ces tubes sont fractionnés ensuite en aliquotes de 800 µL environ au Laboratoire Central de NutriNet-Santé. Une partie de l'échantillon de sang a permis de faire un bilan sanguin (glycémie, cholestérol total, C-HDL (lipoprotéines de haute densité) et C-LDL (lipoprotéines de basse densité), triglycérides) réalisé par l'IRSA à Tours.

Le recueil de l'urine lors de la visite clinique a été réalisé au moyen de récipients spécifiques permettant le transfert dans des tubes Vacutainer®. La décantation est réalisée dans les centres locaux et les tubes sont conservés à +4°C avant et pendant le transport vers le laboratoire central de NutriNet-Santé. Les urines sont alors aliquotées comme les échantillons sanguins et un tube plus volumineux est conservé.

Les aliquots sont stockés dans la «Biobanque NutriNet-Santé» à -80°C pour des analyses ultérieures. Tous les tubes de sang et d'urine sont anonymisés par des étiquettes portant un code-barres code 2D (type QRcode), lu par un lecteur spécifique après paramétrage.

Les données collectées lors de la visite clinico-biologique ont été utilisées dans une étude complémentaire, afin de déterminer la présence d'un syndrome métabolique (article 6 en préparation) et

pour la sélection d'un sous-échantillon visant à caractériser les profils toxicologique et nutritionnel au niveau sanguin et urinaire des consommateurs bio et conventionnels.

2) Analyses des résidus de pesticides

Dans ce travail de thèse seront présentés les résultats visant à comparer les statuts toxicologiques (analyses en résidus de pesticides) d'un sous-échantillon de 300 individus (150 consommateurs bio et 150 consommateurs conventionnels) sélectionnés dans le cadre de la tâche 5 du projet BioNutriNet.

La liste des contaminants à analyser dans les urines a été déterminée par l'équipe partenaire coordonnant cette tâche (le laboratoire TOXALIM à Toulouse). Le choix était un compromis entre les substances pertinentes à suivre (encore d'usage en France, présentes dans les aliments, présentant un risque pour le consommateur), l'enveloppe budgétaire et les méthodes d'analyse du laboratoire d'analyse. Au total, 20 molécules ont été dosées (Tableau 9).

La liste des molécules dosées est décrite dans le Tableau suivant :

Tableau 9 Liste des 20 substances analysées dans les 300 échantillons d'urine

Famille	Molécule	Méthode	LD µg/L	LQ µg/L
1 OP	Dichlorvos	SPE UPLC MSMS	0,3	0,9
2 OP	Malathion	SPE UPLC MSMS	0,003	0,01
3 OP	Phoxim	SPE UPLC MSMS	0,05	0,1
4 OP	Chlorpyrifos-méthyl	SPE UPLC MSMS	0,2	0,5
5 OP	Diazinon	SPE UPLC MSMS	0,02	0,05
6 OP	DEP	SPE UPLC MSMS	0,2	0,6
7 OP	DETP	SPE UPLC MSMS	0,2	0,6
8 OP	DEDTP	SPE UPLC MSMS	0,2	0,6
9 OP	DMP	SPE UPLC MSMS	0,6	2
10 OP	DMTP	SPE UPLC MSMS	0,2	0,6
11 OP	DMDTP	SPE UPLC MSMS	0,2	0,6
12 Pyréthrinoides	Acide 3-phénoxybenzoïque (3-PBA)	SPE UPLC MSMS	0,02	0,05
13 Pyréthrinoides	Acide 4-fluoro-3-phénoxybenzoïque (4-F-3-PBA)	SPE UPLC MSMS	0,02	0,05
14 OP	Chlorpyrifos	SPE UPLC MSMS	0,02	0,05
15 OP	Chlorpyrifos-oxon	SPE UPLC MSMS	0,005	0,01
16 OP	Chlorpyrifos-méthyl-oxon	SPE UPLC MSMS	0,02	0,05
17 OP	3,5,6-trichloropyridinol	SPE UPLC MSMS	0,2	0,5
18 OP	2-(diéthylamino)-6-méthylpyrimidin-4-ol/one	SPE UPLC MSMS	0,03	0,1

19	Benzimidazole	Thiabendazole-5OH	SPE UPLC MSMS	0,03	0,1
20	Triazole	Tébuconazole (métabolite)	SPE UPLC MSMS	0,03	0,1

OP : Organophosphorés, LQ : Limites de quantification, LD : Limites de détection

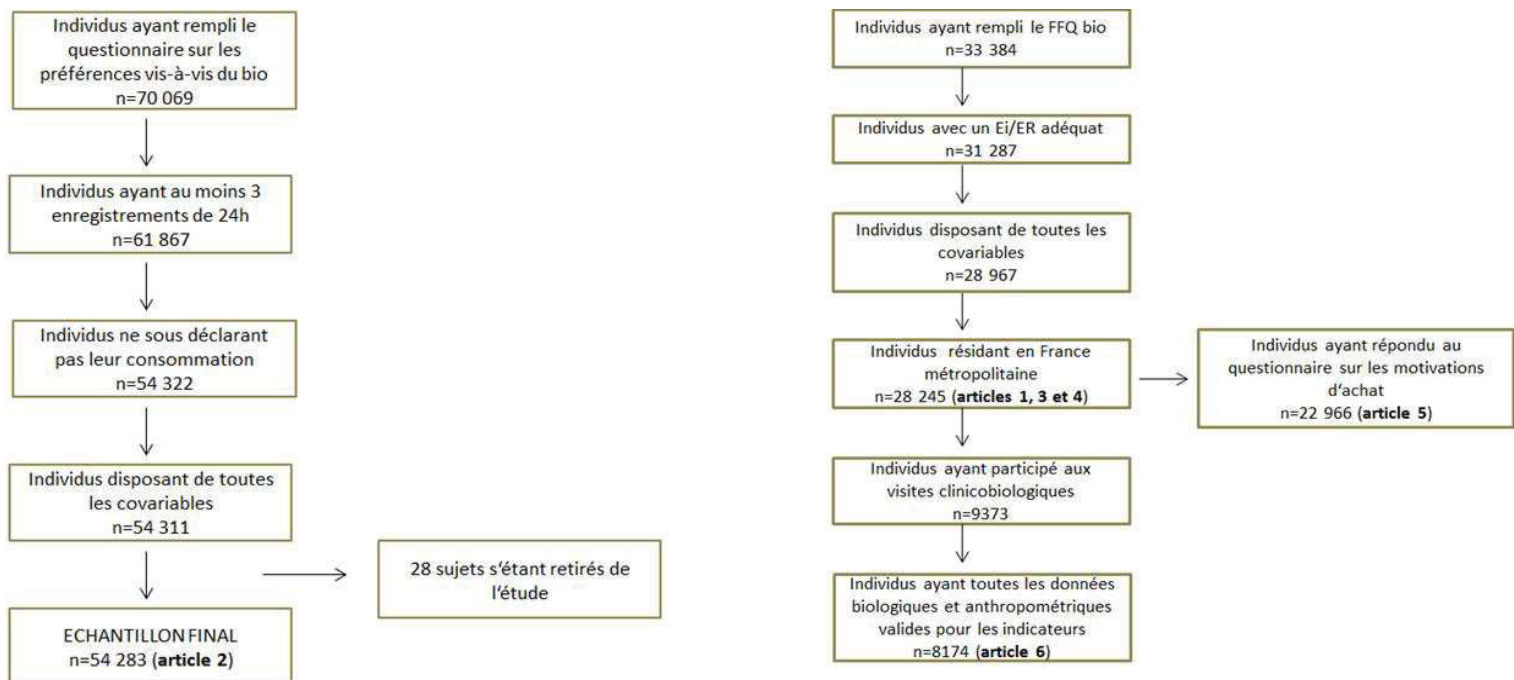
En septembre 2015, des tubes d'urine de 10 mL des 300 individus sélectionnés ont été envoyés au prestataire Labocéa pour le dosage des pesticides. Les analyses ont été réalisées par le tandem UPLC® (Ultra Performance Liquid Chromatography) MSMS (spectrométrie de masse) après extraction en phase solide. Les limites de détection et de quantification des appareils sont indiquées dans le Tableau 9.

III. Echantillons d'étude

A. Sélection des échantillons

Plusieurs échantillons d'analyse ont été sélectionnés selon le nombre de répondants aux différents questionnaires (qui étaient tous optionnels) et le nombre de participants à l'étude clinique (pour les travaux relatifs aux critères clinico-biologiques). Les sous déclarants ont également été systématiquement exclus des analyses. La Figure 17 illustre les processus de sélection des différents échantillons.

Figure 17 Sélection de l'échantillon d'étude de l'article 2 (à gauche) et de celui des articles 1, 3, 4, 5 et 6 (à droite)



L'étude évaluant le statut toxicologique des 300 individus a fait quant à elle l'objet d'une sélection particulière, qui sera détaillée dans une partie dédiée. Le Tableau 10 indique pour chaque analyse la taille de l'échantillon d'étude et les données utilisées.

Tableau 10 Taille des échantillons analysés dans ce travail de thèse.

Etudes	Taille de l'échantillon	Outil d'évaluation de la consommation de bio	Date d'administration du questionnaire bio	Variables utilisées	Traitement spécifiques des données
Article 2	54 283	Questionnaire sur les fréquences de consommation de bio	Deux mois après l'inclusion	A l'inclusion	
Article 1					Echantillon redressé sur les données de l'Institut National de la Statistique et des
Article 3	28 245	FFQ bio	Juin à Octobre 2014	Les plus proches du FFQ bio	Etudes Economiques (INSEE)
Article 4					
Article 5	22 366				Variables à expliquer imputées
Article 6	8 174				

B. Redressement sur la population française

Pour les études descriptives (article 1 et article 3) l'échantillon a été redressé sur les caractéristiques de la population française (recensement de 2009 de l'INSEE). Le redressement a été réalisé en calculant les pondérations séparément chez les hommes et les femmes sur les variables de calage suivantes à l'aide la macro CALMAR de l'INSEE (Sautory 1993) : l'âge, la catégorie socioprofessionnelle, la présence ou non d'un enfant et la ZEAT (Zone d'Etudes et d'Aménagement du Territoire) du domicile afin d'obtenir des effectifs dans les modalités de ces variables égaux aux effectifs de la population française de 2009.

Le Tableau 11 indique les caractéristiques de l'échantillon avant et après redressement. En ce qui concerne les variables alimentaires, le Tableau 11 montre que le pourcentage de non-consommateurs de bio augmente après redressement ainsi que les pourcentages de végétariens et végétaliens. De même, l'apport énergétique augmente ainsi que la consommation de viande rouge. Les profils

sociodémographiques des végétariens et des végétaliens sont donc sous représentés dans NutriNet-Santé ainsi que les consommateurs de viande.

Tableau 11 Comparaison de quelques caractéristiques des participants avant et après redressement sur les caractéristiques de la population française, n=28 245, NutriNet-Santé

Variables	Echantillon n=28 245	
	Non redressé	Redressé
Hommes, %	25,72	47,64
Age, années	53,50 (14,1)	48,35 (16,37)
Catégorie socioprofessionnelle, %		
<i>Autres sans activité professionnelle</i>	4,9	4,68
<i>Chômeur</i>	4,08	4,16
<i>Etudiant</i>	2,18	4,50
<i>Retraité</i>	35,94	27,43
<i>Agriculteur exploitant</i>	0,24	1,02
<i>Artisan, commerçant, chef d'entreprise</i>	1,47	3,43
<i>Cadre ou profession intellectuelle supérieure</i>	21,41	9,10
<i>Employé</i>	14,22	17,26
<i>Ouvrier</i>	0,98	13,92
<i>Profession intermédiaire</i>	14,57	14,50
Niveau d'éducation, %		
<i>Inférieur au baccalauréat</i>	21,86	59,75
<i>Baccalauréat</i>	15,21	15,35
<i>Supérieur au baccalauréat</i>	62,93	24,89
Régions, %		
<i>Bassin parisien</i>	14,64	17,1
<i>Centre-Est</i>	14,45	12,05
<i>Est</i>	8,13	8,6
<i>Méditerranées</i>	12,81	12,71
<i>Nord</i>	3,60	6,25
<i>Ouest</i>	14,81	13,65
<i>Région parisienne</i>	20,23	18,45
<i>Sud-Ouest</i>	11,33	11,20
Présence d'un enfant, %	23,40	36,60
Statut tabagique, %		
<i>Jamais fumeur</i>	48,71	47,37
<i>Ancien fumeur</i>	40,15	38,14
<i>Fumeur</i>	11,15	14,48
IMC, kg/m ²	24,21 (4,61)	25,02 (6,42)
Apport énergétique, kcal/j	1994,9 (628,6)	2122,7 (710,1)
Régime végétarien, %	1,98	2,24
Régime végétalien, %	1,12	3,10
Part de bio dans le régime (sans eau)	0,29 (0,27)	0,26 (0,27)
Non-consommateurs (individus ayant déclaré aucun produit consommé en bio), %	6,64	11,41

Consommation de légumes, g/j	272,7 (197,7)	266,7 (209,2)
Consommation de viande rouge, g/j	60,6 (56,2)	72,3 (85,2)

Les valeurs présentées sont les moyennes (écart-type) ou les pourcentages, selon le cas.

Par ailleurs, les individus ayant rempli le FFQ bio (N=33 384) ont été comparés aux individus inclus dans NutriNet-Santé mais n'ayant pas répondu au questionnaire à l'aide du test de Student ou de Chi². Les participants ayant rempli le FFQ bio étaient significativement plus âgés (53,20 ans ± 14,07 vs. 44,62 ans ± 14,20 ans), plus souvent des hommes (26% vs. 21%), plus souvent retraités (36% vs. 14%).

IV. Modèles statistiques

Différents modèles ont été utilisés en fonction des variables à expliquer. Les méthodes d'analyses spécifiques seront détaillées dans les articles correspondants. Une brève description des modèles est mentionnée ci-dessous.

Des modèles de régression linéaire (modèle linéaire généralisé) pour les variables réponse continues ont été utilisés. Des modèles de régression logistique ou de Poisson ont été utilisés pour les variables réponse catégorielles dichotomiques. Afin d'identifier des profils de consommateurs à partir du questionnaire sur les fréquences de consommation en bio, une analyse des correspondances multiples a été réalisée basée sur les 8 modalités de réponse des 18 questions concernant la consommation de bio suivi de méthodes de classification (*clustering*) afin d'obtenir des grands groupes de consommateurs selon leur fréquence de consommation. Une analyse en composantes principales (ACP) a également été conduite à partir des données du FFQ bio, suivie de méthodes de classification (*clustering*) afin d'établir une typologie de consommateurs.

Concernant les comparaisons sur données appariées, le test non-paramétrique des rangs signés de Wilcoxon (variables continues), le test du Chi² de McNemar (variables catégorielles binaires) et la régression logistique conditionnelle (variables catégorielles à plus de deux classes) ont été utilisés.

L'ensemble des analyses statistiques ainsi que le traitement des données (extractions, fusions de fichiers, calcul des variables dérivées, recodage) a été réalisée à l'aide du logiciel SAS 9.3 et 9.4 (SAS Institute, Cary, NC, USA). La correction de Bonferroni a été utilisée pour certaines analyses. Le seuil de 5% (test bilatéral) a été retenu pour le risque de première espèce dans toutes les analyses.

***PARTIE I : ESTIMATION DE
LA CONSOMMATION DE BIO***

I. Introduction

La France se place aujourd'hui dans les 3 premiers pays dans l'Union Européenne avec la plus grande surface bio (Agence Bio 2015a) et les Français sont de plus en plus nombreux à consommer bio (Agence Bio/CSA 2016). Malgré cette très forte croissance, la part relative au bio du marché alimentaire demeure faible. Par ailleurs, la part de bio dans le régime alimentaire n'a été que peu étudiée de manière précise. Les quelques études existantes se sont focalisées sur les fréquences de consommation sans prendre en compte un grand nombre de produits alimentaires et les quantités consommées alors qu'il est crucial de prendre en compte l'effet dose dans les futures études étiologiques sur le bio. *Cette étude visait à fournir des informations détaillées sur la consommation de produits bio chez des adultes français de l'étude de cohorte NutriNet-Santé et à estimer ce qu'elle représentait dans leur régime alimentaire.*

II. Méthodes

Les données ont été collectées à l'aide de questionnaires auto-administrés sur Internet chez 28 245 individus de l'étude de cohorte NutriNet-Santé. Les consommations alimentaires en bio et en conventionnel ont été évaluées à l'aide du FFQ bio. Celui-ci a permis de collecter des données relatives aux consommations alimentaires pour 264 items. Les fréquences de consommations en bio ont été recueillies pour les items via une échelle de fréquence de bio à 5 modalités. Les analyses ont été redressées selon les données de la population française (INSEE 2009b). Différents indicateurs reflétant la part du bio dans l'alimentation ont été calculés par sexe : 1) les consommations en bio ainsi que 2) les parts relatives de bio, ce dans le régime au global et pour 33 catégories d'aliments. Les produits alimentaires les plus consommés en bio ont également été décrits par sexe. La part moyenne de bio et la part médiane dans le régime selon différents facteurs individuels (sociodémographiques et du mode de vie) ont également été examinées. Le pourcentage d'individus consommant bio a également été rapporté. Les valeurs des p sont issues des tests de Student ou de Chi² selon le cas pour les différentes comparaisons.

III. Résultats

A. Variation de la consommation de bio dans le régime et selon les catégories d'aliments

Moins de 12% des participants ont déclaré ne pas avoir consommé de produits bio au cours de l'année précédente. La part relative moyenne d'aliments bio dans la diète des femmes était de 20% et était supérieure à celle des hommes (18%) ($p < 0.0001$). De manière générale, la contribution des produits bio à la consommation de produits d'origine végétale était supérieure à celle des produits d'origine animale. Un tiers de la consommation des légumes et fruits des participants était issu de l'agriculture biologique, 18% de la viande rouge, 25% des féculents et 50% des œufs. Le produit alimentaire le plus consommé en bio en termes de poids (g/j) était la pomme et le produit consommé par le plus grand nombre de consommateurs en bio était les œufs. Les produits transformés (type fast-food ou soda) étaient des groupes alimentaires relativement peu consommés en bio alors que les substituts protéiques étaient largement consommés en bio.

B. Les facteurs de variabilité de la consommation de bio

Concernant les caractéristiques individuelles modifiant la part de bio dans le régime, la médiane de la part relative d'aliments bio se situait à 14% chez les femmes et 10% chez les hommes. Les individus âgés de plus de 48 ans (médiane de l'échantillon), dont le niveau d'éducation et de revenus étaient plus élevés, vivant en milieu rural et avec un niveau d'activité physique intermédiaire ou élevé présentaient de plus fortes parts de bio dans leur régime que leurs homologues. La part de bio médiane était de 48% chez les végétariens et végétaliens.

Dans notre population d'étude, la consommation de bio n'était pas anecdotique pour certains groupes alimentaires : les œufs, les fruits et légumes, le lait mais la part relative de bio pour certains groupes alimentaires demeurait moindre : charcuterie, produits transformés. Etant donné la population particulière de l'étude et l'utilisation d'un questionnaire de fréquence et d'une échelle à 5 modalités pour estimer la fréquence de consommation en bio, il convient d'interpréter ces résultats avec prudence avant généralisation. Les consommateurs de bio représentant un groupe très hétérogène, les futures recherches

devront s'attacher à investiguer les spécificités de ces consommateurs pour évaluer les potentielles relations entre niveau de consommation de bio et santé.

Ce travail a fait l'objet d'une publication (article 1).

Baudry J., Méjean C., Allès B., Péneau S., Touvier M., Hercberg S., Lairon D. & Kesse-Guyot E. (2015) Contribution of Organic Food to the Diet in a Large Sample of French Adults (the NutriNet-Santé Cohort Study). *Nutrients*, 7(10), 8615-8632.

Article

Contribution of Organic Food to the Diet in a Large Sample of French Adults (the NutriNet-Santé Cohort Study)

Julia Baudry ^{1,*}, Caroline Méjean ¹, Benjamin Allès ¹, Sandrine Péneau ¹, Mathilde Touvier ¹, Serge Hercberg ^{1,2}, Denis Lairon ³, Pilar Galan ¹ and Emmanuelle Kesse-Guyot ¹

Received: 31 July 2015 ; Accepted: 9 October 2015 ; Published: 21 October 2015

- ¹ Equipe de Recherche en Epidémiologie Nutritionnelle, Centre de Recherche en Epidémiologie et Statistiques, Université Paris 13, Inserm (U1153), Inra (U1125), Cnam, COMUE Sorbonne Paris Cité, Bobigny F-93017, France; c.mejean@eren.smbh.univ-paris13.fr (C.M.); b.alles@eren.smbh.univ-paris13.fr (B.A.); s.peneau@eren.smbh.univ-paris13.fr (S.P.); m.touvier@eren.smbh.univ-paris13.fr (M.T.); s.hercberg@eren.smbh.univ-paris13.fr (S.H.); p.galan@eren.smbh.univ-paris13.fr (P.G.); e.kesse@eren.smbh.univ-paris13.fr (E.K.-G.)
- ² Département de Santé Publique, Hôpital Avicenne, 125 rue de Stalingrad, Bobigny F-93017, France
- ³ Département 'Nutrition, Obésité et Risque Thrombotique', Faculté de Médecine, Aix-Marseille Université, INSERM, UMR 1062, INRA 1260, Marseille 13385, France; denis.lairon@orange.fr
- * Correspondence: j.baudry@eren.smbh.univ-paris13.fr; Tel.: +33-1-48-38-89-68; Fax: +33-1-48-38-89-31

Abstract: In developed countries, the demand for organic products continues to substantially increase each year. However, little information is available regarding the level of consumption of organic food and its relative share of the whole diet. Our aim was to provide, using individual consumption data, a detailed description of organic food consumption among French adults. Conventional and organic intakes were assessed using an organic food frequency questionnaire administered to 28,245 French adults participating in the NutriNet-Santé study. P values of Student *t*-test or Chi-square for the difference between genders were reported. Less than 12% of the respondents reported never consuming organic food in the past year. Women consumed on average 20% organic food in their whole diet per day while men consumed an average of 18%. The proportion of vegetables consumed that came from organic sources was 31% among women and 28% among men. Overall, the estimate of the contribution of organic food from products of plant origin was higher than that from products of animal origin. Our study provides a framework for the exploration of organic consumption and its correlates and can serve as a basis for future studies investigating relationships between the level of organic food consumption and health outcomes.

Keywords: organic; organic food consumption; dietary intakes; sustainable food

1. Introduction

It is now widely recognized that current food patterns are unsustainable over the long term [1,2]. It seems necessary to meet the growing demand for food in a manner that is ecologically sustainable. Due to its reduced environmental impact, organic farming might be considered as a potential alternative to intensive industrial agriculture [3–7]. Moreover, with ethical considerations, one of the main reasons for organic food consumption appears to be the alleged beneficial effects on human health [8–10]. Nevertheless, strong evidence is lacking concerning nutritional differences between organic and conventional foods [11–15]. Moreover, few studies have investigated the direct impacts of the type of farming on health [16–20]. In a recent, large prospective study [17], it has been shown that there is little or no decrease in the incidence of cancer associated with the consumption of organic food, except possibly for non-Hodgkin lymphoma. However, organic food consumption was

assessed using a relatively simple questionnaire and no information about the type of food consumed was collected. It is therefore necessary to go further in the analysis of the organic food diet and the type of food consumed to better understand the potential health effects of such a diet.

In this context, the worldwide organic food market has increased more than four-fold in 12 years, reaching 55 billion euros in 2013 [21]. The European market for organic products was valued at approximately 24.3 billion euros in 2013 [21]. The French organic market, valued at almost 5 billion euros [22], is the second largest in Europe after Germany and before Italy and the third largest organic market in the world [21–23]. However, despite this tremendous increase in the past decade, the organic food market remains modest throughout France, representing only 2.6% of the food market in 2014 [22].

According to the French Organic Agency [24], the market share of organic products varies across sectors. In 2013, more than half of the organic sales were fresh products. Thus, this share was 20% for eggs and 10% for milk [24]. This value represented 6% for the 14 most consumed fruits and vegetables (excluding citrus and bananas) while it represented between 2% and 3% for beef and pork meats and only 0.5% for processed meat [24]. That same year, 75% of organic products consumed in France came from France and, among the products imported from other countries, 44% were exotic products such as coffee, tea and chocolate [24].

Besides, according to a report released in 2015 by the same French Agency, 62% of French consumers claim to consume organic food at least once a month [10].

Nevertheless, there is little information available about the place organic food holds in total food intake and its importance according to food groups. Previous studies tend to focus on the frequency of organic food consumption or purchase [25–28] and few studies [29], none in Europe, examine the quantities of organic food consumed as a percentage of the overall diet. It has been shown that women are more inclined to purchase organic food for the household [30,31] than men. However, little is known about the actual consumption of organic food, in particular with a high level of precision, across genders.

It seems, therefore, crucial to describe the level of organic consumption to better assess health impacts of organic foods according to their contribution to the overall diet and to focus on dose-dependence.

This study aims to provide detailed information about organic food consumption from individual data collected among a large sample of French adults and to give an overall description of the level of organic food consumption, its relative share in the whole diet and the specificities pertaining to individual foods and food groups, as well as the percentages of organic food consumers of each food group.

2. Experimental Section

2.1. Ethics

The present study was conducted according to the guidelines laid down in the Declaration of Helsinki. The NutriNet-Santé study was approved by the Institutional Review Board of the French Institute for Health and Medical Research (IRB Inserm no. 0000388FWA00005831) and the “Commission Nationale de l’Informatique et des Libertés” (CNIL no. 908450 and no. 909216). All subjects signed an electronic informed consent. This study is registered in EudraCT (n2013-000929-31).

2.2. Participants

The NutriNet-Santé Study was launched in May 2009 in France with a scheduled follow-up of at least 10 years. It is an ongoing, web-based, prospective observational cohort which aims at investigating the relationship between nutrition and health as well as the determinants of dietary

patterns and nutritional status. The design and methodology of the NutriNet-Santé study have been described in detail elsewhere [32].

2.3. Data Collection

2.3.1. Assessment of Individual Characteristics

Participants filled in self-administrated questionnaires using a dedicated website at baseline and at different months of follow-up. The baseline questionnaires were pilot-tested and then compared against traditional assessment methods [33,34]. These questionnaires were used to regularly collect data on demographic, socioeconomic and lifestyle characteristics, including age, gender, smoking status, physical activity (as measured by the IPAQ [35]), geographical region, marital status, number of children, educational level, socio-professional category and level of income. Income per household unit was calculated using information about household income and composition. Household income per month was divided by the number of consumption units (CU) calculated: 1 CU for the first adult in the household, 0.5 CU for other persons aged 14 or older and 0.3 CU for children under 14 [36]. Current practices of diets (type and reason, history) were also collected [37]. In particular, subjects were asked whether they were following a vegan or a vegetarian diet. A vegetarian diet was defined as a diet that did not include any meat while a vegan diet was defined as a diet that excluded all products of animal origin.

2.3.2. Organic Food Frequency Questionnaire: Org-FFQ

Initially, a semi-quantitative food frequency questionnaire (FFQ) was used in the NutriNet-Santé Study for self-administered assessment of usual dietary intake over the past year among French adults. The reproducibility and relative validity of this FFQ were previously tested against 24-hour dietary records (DRs) and acceptable reproducibility and relative validity were observed [38].

The volunteers were asked to report their consumption frequencies for 264 food and beverage items over the past year. The 264 items were divided into main food group categories. Additional questions inquired about the types of butter and margarine used for frying and baking and on bread. For most food items, subjects were asked to report their consumption frequency on the basis of how many times they ate the standard portion size proposed (typical household measurements such as spoon or standard unit such as a yogurt). The frequency of consumption referred to usual consumption over the past year on an increasing scale including yearly, monthly, weekly or daily units, as suitable, and participants were asked to provide only one answer.

For eight of the main food group categories (cheese and vegan cheese, pâté and vegan pâté, fish, meat, butter used on bread, potatoes, starchy foods and vegetables), which are usually not eaten in a predetermined portion size, the questionnaire included sets of colour photographs. Participants were asked to choose among three photographs showing different portion sizes. Together with the two intermediate and two extreme quantities, seven choices of amounts were therefore possible. For butter on a slice of bread, four portion sizes were proposed. These photographs had been previously validated [37] (Figure 1). Standard portion sizes or portion size corresponding to the photographs were multiplied by the daily frequencies to estimate the intake of each food item in grams.

Based on this original FFQ, the organic food frequency questionnaire (Org-FFQ) was developed. For each food item, except those that do not exist in organic form (*i.e.*, water and sweetener products) a 5-point ordinal scale ranging from “never” to “always” was used to determine the proportion of intake that was of organic origin. Participants were asked to answer the following question: “How often was the product of organic origin?” For butter and margarine used for bread and frying, participants were asked to choose the most frequently consumed item among approximately 20 organic or conventional items. To estimate the organic intake, for each food item, a weight of 0, 0.25, 0.5, 0.75 and 1 was respectively applied to the following modalities: never, rarely, half the time, often and always. In order to better understand the impact of allocating arbitrary

percentages, sensitive analyses were performed. A percentage of 10% instead of 25% was allocated to the modality rarely. Furthermore, 20 Monte-Carlo simulations were also performed [39]. For this purpose, to each category of frequency (never, rarely, half-of-the-time, often and always), arbitrary intervals were assigned as follows: the “never” modality was equivalent to a frequency comprising between 0% and 2.5%, rarely between 2.5% and 35%, half of the time between 35% and 65%, often between 65% and 90%, and always between 90% and 100%. It was hypothesized that the modalities were uniformly distributed within those intervals. For one set of data, the same percentage was attributed to one particular modality. Although the food frequency questionnaire used showed acceptable reproducibility and relative validity, the question relating to the frequency of organic food consumption was not validated.

CONFITURE, SUCRE, MIEL

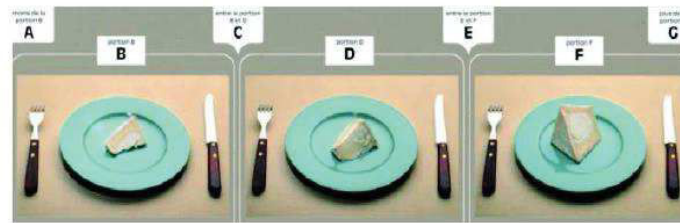
Au cours des 12 derniers mois, à quelle fréquence avez-vous consommé :

Aide	Consommation	Nombre de prises	Fréquence	Le produit était-il bio ?
1 cuillère à café de miel, confiture ou marmelade	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non	2	Par jour	Environ 1/2 du temps
1 cuillère à café d'oléagineux (purée d'amandes, de cacahu, de noisette, de sésame)	<input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Non			
1 cuillère à café de Nutella, ou d'une autre pâte à tartiner	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non	3	Par semaine	Jamais
1 morceau ou 1 cuillère à café de sucre ou de sirop (d'agave, de riz, d'érable et autres sirops de céréales), hors édulcorant (dans le café, le thé, dans les yaourts...)	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non	1	Par mois	Rarement
1 sucette ou 1 cuillère à café d'édulcorant (dans le café, le thé, dans les yaourts...)	<input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Non			

(a)

FROMAGES

Regardez la photo ci-dessous : quand vous mangez du fromage, en général, quelle quantité moyenne en mangez-vous ? Cochez la lettre qui correspond à la portion de fromage que vous mangez en moyenne :



A B C D E F G Je n'en consomme jamais

(b)

Figure 1. Extracts of the Org-FFQ, NutriNet-Santé Study, N = 28,245; (a) For each food item consumed, the quantity, the frequency of the intake and the relative organic share were asked; (b) For eight categories which are usually not eaten in a predetermined portion size, the questionnaire included sets of colour photographs.

2.4. Statistical Analysis

From the 264 food items, 33 food groups were developed on a nutritional basis. Because of the high contribution of beverages in terms of weight to the total intake, we distinguished liquid products from solid ones. In all individuals, we calculated the average quantity (in g/day) of the whole diet, the solid-based diet, the liquid-based diet and the average quantity consumed for the 33 food groups. This was performed for the overall diet and for the organic food diet. In a second step, we assessed the

average proportion of organic food consumed in the whole diet, the liquid-based diet, the solid-based diet, and by food group among consumers of each food group, namely the ratio for these indicators.

In a final step, we determined the 10 most popular organic food items according to several criteria. In a first approach, we defined this top 10 in terms of number of consumers. The top 10 organic foods were also calculated in terms of absolute organic intake (g/day) and relative intake. For each food item, the relative organic intake was calculated by averaging the total organic food intake (g/day) out of the total intake (g/day). Finally, in all individuals, we calculated the most frequently consumed organic items by multiplying the daily frequency of consumption by the frequency of consumption in its organic form.

In all individuals and among organic consumers (*i.e.*, consumers who did at least report consuming one organic food item) the following was also calculated: the percentage of subjects who consumed each food group, the percentage of consumers having at least 50% of the food group of organic origin and the percentage of consumers having 100% of the food group of organic origin.

The average total and organic food consumptions (g/day) were also examined for the overall diet and by food groups according to age, formal education, income, location, physical activity and type of diet (meat-eaters *vs.* vegetarians and vegans). The share of organic food consumption in the diet was also calculated according to these factors and means, standard deviations and medians were provided.

The Org-FFQ was administered over a 5-month period from June to October 2014. A total of 33,384 persons had completed the Org-FFQ. Only participants with a plausible energy intake were included in the analyses for dietary intakes to avoid unrealistic estimates as diet underreporting and overreporting participants were identified. Briefly, basal metabolic rate (BMR) was estimated by Schofield equations [40] according to gender, age, weight and height collected at enrollment in the study. Energy requirement, accounting for physical activity level (set by default at 1.55) and BMR, was compared with energy intake. The ratio between energy intake and energy requirement was calculated and individuals with ratios below or above cutoffs previously identified (0.35 and 1.93) in the FFQ were excluded. Thus, we excluded 2097 individuals with inappropriate energy intake, 2320 individuals with missing covariates and 722 participants residing in overseas territories, thus leaving 28,745 participants available for analysis (20,980 women and 7265 men).

For each gender, weighting was calculated using the iterative proportional fitting procedure according to 2009 national census reports [41] on age, occupational category, area of residence and whether or not the household included at least one child (<18 years).

We compared the socio-demographic characteristics of included and excluded NutriNet-Santé participants using chi-square tests and Student *t*-tests, as appropriate. Due to well-known differences in dietary patterns across genders, all analyses were performed separately for women and for men.

Descriptive characteristics of the sample are presented as means (\pm SD) or *n*% as appropriate and *p* values of Student *t*-test or Chi square for the difference between genders are reported.

Tests of statistical significance were 2-sided and the type I error was set at 5%. Statistical analyses were performed using SAS software (version 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

All the results presented are weighted data.

3. Results

3.1. Description of the Study Population

To better understand the selected sample, we compared characteristics of individuals who completed the questionnaire ($N = 33,384$) (before weighting) and excluded NutriNet-Santé participants ($N = 123,239$). The percentage of women who completed the Org-FFQ was lower (74% *vs.* 79%), the respondents were also more likely to be retired (36% *vs.* 14%), older (53.20 ± 14.07 year *vs.* 44.62 ± 14.20 year) and more often a holder of a master degree (34% *vs.* 33%).

Sociodemographic and lifestyle characteristics by gender are summarized in Table 1.

Table 1. Sociodemographic and lifestyle characteristics of the weighted sample, NutriNet-Santé Study, *N* = 28,245.

	Women		Men		<i>p</i> *
	Mean or %	SD	Mean or %	SD	
<i>N</i>—not weighted %	20,980 (74.28)		7265 (25.72)		
<i>N</i>—weighted %	14,788.40 (47.64)		13,456.60 (52.36)		
Age (years)	48.65	13.88	47.39	21.92	<0.0001
Educational level					<0.0001
<High school diploma	58.39		61.25		
High school	16.07		14.56		
Post-secondary graduate	25.54		24.19		
Income per household unit †					<0.0001
<1,200 euros	24.68		23.85		
1,200–1800 euros	25.50		24.17		
1,800–2,700 euros	22.04		24.72		
>2700 euros	10.66		15.83		
Missing	17.12		11.43		
Socio-professional categories					<0.0001
Farmer	0.55		1.53		
Craftsman, shopkeeper, business owner	1.87		5.14		
Non employed	7.74		1.32		
Employee	25.31		8.41		
Student	4.60		4.40		
Manual worker	5.22		23.49		
Intermediate profession	14.47		14.53		
Retired	28.61		26.12		
Managerial staff	4.89		3.37		
Location					<0.0001
Rural community	24.60		26.23		
Urban unit with a population smaller than 20,000 inhabitants	15.32		15.13		
Urban unit with a population between 20,000 and 200,000 inhabitants	16.22		16.85		
Urban unit with a population higher than 200,000 inhabitants	43.86		41.79		
Smoking status					<0.0001
Never smoker	52.66		41.56		
Former smoker	33.78		42.94		
Current smoker	13.56		15.50		
Physical activity					<0.0001
High	20.92		16.83		
Medium	34.02		29.20		
Low	31.58		37.87		
Missing	13.48		16.10		
Vegetarian diet	2.88		1.53		<0.0001
Vegan diet	3.25		2.93		0.12
Location					<0.0001
Rural community	24.60		26.23		
Urban unit with a population smaller than 20,000 inhabitants	15.32		15.13		
Urban unit with a population between 20,000 and 200,000 inhabitants	16.22		16.85		
Urban unit with a population higher than 200,000 inhabitants	43.86		41.79		

* *p*-values based on Student *t*-test or Chi squared for difference between genders as appropriate;

† By consumption unit in the household: official weighting system by the French National Institute of Statistics and Economic Studies INSEE; SD, standard deviation.

Compared to women, men were younger while they were more likely to present a post-graduate formal education level, an income per household unit of >2700 euros, and a low physical activity level. They were also more likely to be managerial staff, single and smokers. The percentage of individuals following a vegetarian or vegan diet was higher among women than among men.

3.2. Percentage of Organic Food Consumers by Food Group

The Table S1 provides, in the entire sample and among organic food consumers, (1) the percentage of consumers of each food group; (2) the percentage of consumers having at least 50% of the food group with organic origin and (3) the percentage of consumers having 100% of the food group with organic origin.

The percentage of non-organic food consumers (*i.e.*, individuals consuming 0 g/day of organic foods) was 8.4% in women and 14.7% in men. Vegetables, fruits, cereals and sweetened products were largely consumed by the participants and by organic food consumers in particular, with percentages of consumers higher than 98%. More than a quarter of organic food consumers reported eating at least 50% of vegetables, fruits and related products of organic sources. Milk was consumed by only 35.6% of the study population but 24.4% of the consumers reported consuming at least 50% of their milk from organic sources, while among the 89.4% subjects who consumed dairy products this percentage did not reach 20%.

3.3. Contribution of Organic Food to the Whole Diet by Gender

Table 2 shows the relative contribution of organic food in the whole diet in terms of weight and energy by gender.

As expected, compared to women, men had a higher total intake but a lower intake from organic sources. Women consumed on average 695.62 ± 673.35 g/day of organic food, and men consumed 621.79 ± 1002.10 g/day. The proportion of organic sources in the diet was significantly different across genders: organic foods contributed to 20% to the whole diet among women and 18% among ($p < 0.0001$). When excluding the liquid products and the water in particular, corresponding proportions were 28% among women and 25% among men.

3.4. Contribution of Organic Food to Food Groups

Results in Table 3 describe the mean intake of 33 food groups (overall and organic). Compared to women, men had higher total food intakes of fruit juices, products of animal origin (meat, processed meat, poultry, eggs, milk and cheese), starchy food, sugary products, alcoholic beverages and soda.

Concerning the contribution of organic food to different food groups, women consumed a significantly higher proportion of organic foods for most food groups compared with men except for processed meat, fish, cheese, alcohol, dairy substitutes and soda. Among women, the contribution of organic food to the total intake ranged from 0.11 ± 0.14 (non-alcoholic drinks) to 0.81 ± 0.26 (meat substitutes) whereas among men, ratios ranged from 0.09 ± 0.20 (non-alcoholic drinks) to 0.76 ± 0.52 (meat substitutes). In both genders, the proportion of fruits and vegetables consumed that came from organic sources was around one-third while this contribution was less than 20% for meat and fish and around one quarter for cereals.

Table S2 shows a comparison between the contributions of organic food to the diet and by food group across gender using a fixed percentage of 25% for the modality rarely, a fixed percentage of 10% for the modality rarely and using Monte-Carlo simulations to affect percentages to each modality.

Attributing a frequency of 10% to rarely did not change substantially the results (−2.5% on average) while the impact of the Monte-Carlo simulations was even lower (−1% on average). The share of organic food in the whole diet was 18% among women and 16% among men when allocating a percentage of 10% to rarely while it was 19% among women and 17% among men when using Monte-Carlo simulations.

Overall, older subjects (*i.e.*, above the median value equals to 48 years old), individuals with high school diploma, with an income per household unit higher than 1800 euros per month, living in rural area, undertaking physical activity of more than 30 min of brisk walking per day, and vegetarians/vegans demonstrated higher intake of organic food (g/day) than their counterparts (Table S3).

3.5. Top 10 Organic Food Items

The top 10 most consumed organic food items in terms of number of consumers, of absolute intake (g/day), of relative organic food intake and of frequency per day are presented in Table 4 for women and men.

In terms of number of consumers, eggs were the products consumed by the largest number of individuals in their organic form among both genders out of the 264 food items. Among the 10 most commonly consumed items (as regards quantity in g/day), six of them (apple, green salad, tomato, citrus fruit, cucumber and peach) in women and five of them in men (apple, green salad, tomato, banana, carrot) were fruits and vegetables. Organic whole bread was also largely consumed in both genders (it held the fourth place in women and the third in men). The food items with the highest organic food contributions were specific foodstuffs rarely consumed by participants in general. Thereby, only a weighted number of “573” women reported eating linseed oil while a weighted number of “695” men reported eating seitan. The food item “honey/jam” was the most frequently consumed item in its organic form in both genders, since this product was consumed in its organic form more than every three days.

3.6. Contribution of Organic Food to the Whole Diet According to Several Sociodemographic and Lifestyle Factors

Table 5 provides the share of organic food in the whole diet according to several factors of variation: gender, age, education, income, location, physical activity and type of diet.

Table 2. Share of organic food in the whole diet by gender (g/day and kcal/day), NutriNet-Santé Study, N = 28,245.

	Women n = 20,980						Men n = 7265						p *
	Total		Organic		Ratio		Total		Organic		Ratio		
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Total Intake (g/day)	3408.34	949.91	695.62	673.35	0.20	0.18	3497.16	1666.2	621.79	1002.10	0.18	0.28	<0.0001
Liquid intake (g/day) †	1108.00	461.83	290.20	328.16	0.26	0.25	1130.69	825.85	255.77	499.49	0.23	0.40	<0.0001
Solid intake (g/day) ‡	1360.44	478.29	405.42	425.18	0.28	0.23	1396.72	812.46	366.02	624.75	0.25	0.38	<0.0001
Water intake (g/day)	939.90	44.34	NA	NA	NA	NA	969.75	982.85	NA	NA	NA	NA	/
Total intake (kcal/day)	1979.06	539.19	537.74	502.91	0.27	0.23	2280.27	1016.5	546.54	852.48	0.24	0.36	<0.0001
Liquid intake (kcal/day) †	198.16	121.83	53.17	70.74	0.27	0.25	246.58	248.59	56.71	125.54	0.23	0.39	<0.0001
Solid intake (kcal/day) ‡	1780.90	05.72	484.57	460.07	0.27	0.23	2033.69	955.08	489.83	776.98	0.24	0.36	<0.0001

* p-values based on Student t-test (for difference between ratios); † Liquid products (including soups and beverages); ‡ Solid products; SD, standard deviation; NA, not applicable.

Table 3. Share of organic food by food groups by gender (g/day), NutriNet-Santé Study, N = 28,245.

Food groups	Women n = 20,980								Men n = 7265								p
	N *	N †	Total		Organic		Ratio ‡		N *	N †	Total		Organic		Ratio ‡		
			Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD			Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Vegetables	20962	14778.38	277.93	187.84	107.36	158.41	0.31	0.27	7253	13443.91	254.34	260.31	83.43	185.50	0.28	0.44	<0.0001
Soup	19697	13327.17	84.52	89.28	34.12	58.14	0.34	0.30	6426	10818.15	54.22	123.81	19.24	71.63	0.33	0.46	0.0017
Fruits	20925	14710.15	320.03	274.75	99.73	148.55	0.29	0.26	7241	13212.14	249.30	389.33	75.42	228.72	0.28	0.44	0.0102
Fruit juice	16865	11268.17	84.66	95.29	27.53	49.92	0.33	0.28	5803	10418.84	87.40	161.38	28.78	95.16	0.29	0.46	<0.0001
Nuts	15781	10032.06	3.59	6.54	1.78	4.44	0.35	0.30	5178	8248.876	2.42	8.35	1.15	5.88	0.33	0.48	0.0007
Meat	19801	13404.12	57.16	48.26	9.49	16.72	0.18	0.22	7013	12613.52	88.87	143.19	14.25	39.64	0.18	0.35	0.9520
Processed meat	19694	13236.63	29.48	24.09	4.06	7.60	0.15	0.19	6973	12375.27	40.05	48.38	6.48	19.82	0.16	0.32	0.0074
Fish	20161	13622.62	41.56	36.46	6.32	12.24	0.15	0.19	6994	11930.79	40.75	63.88	7.44	27.53	0.16	0.33	0.0015
Poultry	19849	13437.17	23.44	22.41	5.50	8.72	0.27	0.26	6964	12537.7	27.95	43.61	6.35	15.22	0.26	0.42	0.0006
Eggs	20095	13743.7	11.40	10.11	6.17	7.83	0.52	0.34	6972	12698.54	14.17	40.41	5.14	14.58	0.40	0.54	<0.0001
Milk	6895	5038.406	63.76	117.71	15.32	53.17	0.29	0.32	2276	5015.25	67.56	196.43	17.29	94.05	0.28	0.56	0.3421
Dairy products	19444	13286.39	162.75	129.79	33.94	56.95	0.24	0.27	6551	11963.28	134.93	173.31	25.89	72.39	0.23	0.44	0.0015
Cheese	20283	13936.1	36.81	35.31	5.15	10.53	0.15	0.20	7009	12699.95	46.03	65.88	7.63	23.52	0.17	0.33	<0.0001
Milky desserts	15110	9678.505	12.02	23.16	1.56	7.47	0.14	0.21	4994	8301.999	11.99	31.79	1.10	6.20	0.12	0.30	<0.0001
Potatoes	20773	14660.22	21.32	18.13	6.15	11.12	0.28	0.30	7216	13266.06	35.44	65.71	8.36	19.84	0.26	0.46	0.0001
Bread	17942	12361.84	46.53	44.39	6.00	13.22	0.16	0.21	6118	11568.34	67.80	86.71	9.23	31.26	0.16	0.34	0.1516

Table 3. Cont.

Food groups	Women n = 20,980								Men n = 7265								p
	N *		Total		Organic		Ratio ‡		N *		Total		Organic		Ratio ‡		
	N †		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	N †		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Cereals ††	20844	14673.23	77.51	59.03	20.58	34.06	0.28	0.29	7184	13386.24	112.95	140.97	25.73	70.35	0.24	0.45	<0.0001
Wholegrain products	17489	11521.01	58.28	73.68	28.03	52.53	0.37	0.30	5521	9193.965	52.27	113.79	28.01	95.61	0.37	0.48	0.7229
Oil	20744	14489.61	19.86	14.22	7.99	10.91	0.36	0.32	7146	12882.69	17.21	26.80	6.42	14.90	0.33	0.51	<0.0001
Cookies	19032	13175.31	11.11	17.47	1.24	3.73	0.15	0.22	6512	11538.17	14.10	28.95	1.46	6.58	0.13	0.31	<0.0001
Nonalcoholic drinks **	20978	14786.7	1680.03	708.18	182.76	256.34	0.11	0.14	7262	13454.84	1668.14	1220.4	143.17	358.47	0.09	0.20	<0.0001
Sweet	20925	14743.73	46.51	35.03	11.66	19.98	0.25	0.24	7241	13229.96	54.53	59.74	12.38	25.75	0.24	0.38	0.0238
Fast food	20371	14204.8	31.03	25.10	5.05	9.42	0.17	0.22	7050	12767.22	65.60	311.61	11.65	78.03	0.15	0.32	<0.0001
Meat substitutes	6796	4428.214	7.94	21.50	7.02	19.74	0.81	0.26	1654	3306.038	6.24	35.34	5.17	32.39	0.76	0.52	<0.0001
Dressing	20489	14275.82	7.15	6.92	1.50	3.57	0.22	0.26	7088	12758.5	7.69	11.97	1.42	5.09	0.20	0.39	<0.0001
Alcohol	19069	12420.19	60.02	81.41	9.16	25.87	0.14	0.18	6892	12177.21	136.47	256.24	20.95	72.25	0.16	0.31	<0.0001
Snacks	19666	13358.92	9.91	11.92	3.13	7.96	0.19	0.25	6798	12325.1	10.00	24.07	2.47	11.48	0.17	0.37	<0.0001
Grains	9325	5780.877	3.70	8.19	2.90	7.03	0.70	0.31	2279	4429.612	2.12	9.56	1.63	8.19	0.64	0.55	<0.0001
Other fats ††	19798	13777.13	4.01	5.48	1.00	2.38	0.25	0.29	6521	11510.38	2.79	5.70	0.83	3.49	0.23	0.43	<0.0001
Dairy substitutes ††	6170	3992.64	30.90	81.47	25.10	73.05	0.63	0.33	1487	2864.714	30.40	157.46	25.40	146.82	0.65	0.58	0.1721
Legumes	18809	12558.85	20.21	42.80	12.18	41.06	0.31	0.31	6521	11104	20.53	48.81	9.04	41.63	0.28	0.47	<0.0001
Soda	14716	10210.88	56.59	117.15	4.72	23.04	0.11	0.20	4919	10124.65	66.25	206.90	7.44	42.63	0.13	0.36	<0.0001

* Number of consumers of each food group (not weighted); † Number of consumers of each food group (weighted); ‡ Ratio calculated among consumers of each food group; p-values based on Student t-test (for difference between ratios); †† Including pasta, white rice, muesli, semolina and breakfast cereals; Including wholegrain bread, wholegrain rice and wholegrain pasta; ** Including coffee, tea, chicory, hot chocolate and water; †† Including mayonnaise, fresh cream, vegetal fresh cream; †† Including soy yogurt, vegetal-based cheese, vegan fresh cheese, soy milk.

Table 4. Top 10 Organic Food items by gender, NutriNet-Santé Study, N = 28,245.

In Terms of Number of Consumers	N *	In Terms of Weight †,‡	g/day	In Terms of Contribution in the Intake §	% N *	In Terms of Frequency per day †	
Women n = 20,980							
1 fried eggs	9192	apple	23.31	linseed oil	92 573	honey, jam	0.35
2 hard boiled eggs	8754	green salad	20.02	kombucha	91 179	olive oil	0.33
3 tomato	8655	tomato	17.08	vegan chorizo	90 626	tea	0.27
4 honey, jam	8328	whole bread	13.91	soy milk	90 1979	whole bread	0.25
5 cucumber	8096	legumes	12.18	vegan pâté	89 1111	herbal tea	0.20

Table 4. Cont.

In Terms of Number of Consumers	N *	In Terms of Weight †,‡	g/day	In Terms of Contribution in the Intake §	% N *	In Terms of Frequency per day †	
Women n = 20,980							
6 olive oil	7949	citrus fruit	11.51	vegan fresh cheese	89 14089	green salad	0.20
7 green salad	7948	full fat yoghurt	11.01	seitan	89 831	chocolate	0.17
8 strawberry	7775	cucumber	10.3	vegan galette	88 2636	black coffee	0.16
9 peas	7719	peach	9.71	sprouted seeds	87 1332	tomato	0.16
10 apple	7715	whole rice	9.46	safflower oil	87 134	spreadable butter	0.15
Men n = 7265							
1 fried eggs	7367	apple	21.16	seitan	98 695	honey, jam	0.39
2 tomato	7215	green salad	15.28	vegan fresh cheese	98 341	whole bread	0.28
3 honey, jam	6889	whole bread	15.14	coconut oil	97 360	olive oil	0.27
4 olive oil	6788	tomato	13.96	vegan pâté	96 981	black coffee	0.22
5 apple	6570	banana	9.99	vegetal-based cheese	95 254	chocolate	0.19
6 green salad	6500	legumes	9.04	kombucha	94 369	tea	0.18
7 strawberry	6477	white bread	8.74	linseed oil	93 427	white bread	0.16
8 peas	6452	pasta	8.32	soy-based cheese	92 225	green salad	0.14
9 cucumber	6429	full fat yoghurt	8.25	vegan chorizo	91 408	spreadable butter	0.14
10 carrot	6216	carrot	7.98	vegan galette	89 1349	apple	0.13

* Weighted number of consumers of each food item; † in all individuals; ‡ only solid products were considered; § among consumers of each food item.

Table 5. Share of organic food in the whole diet according to several sociodemographic and lifestyle factors, NutriNet-Santé Study, $N = 28,245$.

	Weighted %	Ratio			p^*
		Mean	SD	Median	
Gender					<0.0001
Women	47.64	0.20	0.18	0.14	
Men	52.36	0.18	0.28	0.10	
Age					<0.0001
≤Median age (48 years old)	50.10	0.18	0.25	0.11	
>Median age (48 years old)	49.90	0.19	0.18	0.13	
Education					<0.0001
<High school diploma	75.11	0.18	0.30	0.10	
≥High school diploma	24.89	0.21	0.13	0.16	
Income					<0.0001
<1800 euros	57.43	0.17	0.25	0.09	
≥1800 euros	42.57	0.22	0.18	0.16	
Location					<0.0001
Rural area	25.44	0.20	0.22	0.13	
Urban area (community ≥ 5000 inhabitants)	74.56	0.19	0.20	0.12	
Physical activity					<0.0001
<30 min brisk walking/day	22.25	0.14	0.18	0.07	
≥30 min brisk walking/day	77.75	0.21	0.21	0.16	
Type of diet					<0.0001
Meat eaters	94.67	0.17	0.19	0.11	
Vegetarians and vegans	5.33	0.47	0.29	0.48	

* p -values based on Student t -test (for difference between ratios).

Individuals older than 48 years old, with high educational level and income, living in rural area and undertaking medium or high physical activity as well as those who followed a vegan or vegetarian diet had higher contributions of organic food in their intake than their counterparts. The consumption of organic food of half of the vegetarians and vegans constituted more than 48% of their diet, while 50% of the meat eaters had a diet consisting of less than 11% of organic food.

4. Discussion

The current study provides a detailed description of organic food consumption in the whole diet in a large French adult population from the NutriNet-Santé study. Less than 12% of the respondents reported never consuming organic food over the past year. Women consumed on average 20% of organic food in their whole diet per day while men consumed an average of 18%. The proportion of vegetables consumed that came from organic sources was 31% among women and 28% among men and for eggs was 52% among women and 40% among men. These contributions were less than 20% for meat and fish and around one quarter for cereals.

In the current study, we found that the percentage of non-consumers was equal to 11.4%. This was found to be consistent with the survey question asked by the French Organic Agency “Have you consumed any organic products over the past year?” where 12% of the 506 respondents reported never consuming any organic foods. We also found that the percentage of individuals that had reported never consuming any organic foods was lower among women (8.4%) than among men (14.7%). This finding was in accordance with the results of the same survey where 10% of women and 15% of men had reported never consuming organic food [10]. Another noteworthy finding of our study was that the highest consumption of organic food was by women compared to men in terms of absolute intake and in terms of relative share of organic consumption in the diet. This relative share was significantly higher in women than in men ($p < 0.0001$). These results seem consistent with other studies showing that women are more willing to pay than men for organic food mainly for

health considerations [31,42]. In accordance with previous works [28,43–46], the current study also found that individuals with a high education level, a higher level of physical activity and following a vegetarian or vegan diet had a higher contribution of organic food in their diet compared to their counterparts. Surprisingly, the relative share of organic food in the diet was higher among individuals living in rural areas than those living in urban areas, contradicting previous research [27,45].

To our knowledge, there was only one study which investigated the contribution of organic food to the diet. That study focused on regular organic consumers and was conducted in Australia on a limited number of participants [29]. In their study, two questionnaires were administered to participants; the amount of organic food consumption was calculated based on quantification of serving size by food group among 19 participants. The frequency of organic consumption was also examined for nine food groups ($N = 318$). Unsurprisingly, as the survey targeted regular consumers of organic foods, higher percentages were obtained for organic food consumption from their study. The study conducted using three 24 h records from 19 participants, found that the percentage of their diet that came from organic sources based on the relative amount in diet was 76.3% from organic sources which compares with 20% in women and 18% in men in our study.

In our study, another important finding was that overall the contribution of organic food to the diet was higher for products of plant origin than for products of animal origin. The only exception was eggs: 52% of the consumption of eggs was of organic origin for women and 40% for men. Eggs were the top food from an animal source consumed in organic form among the top 10 organic foods. In regards to organic animal products' consumption, organic eggs were followed by organic milk. Our findings were in accordance, for some food groups, with the previously cited Australian study [29]. Thus, according to this study, the most popular organic food groups were fruits and vegetables and the least popular were meat products (including poultry and fish) [29].

In our study, 27.2% of the subjects ate more than half of their vegetables from organic sources and 24.4% of fruit consumers ate more than half of their fruit in organic form. These results are consistent with the survey of the French Organic Agency in which 28% of the respondents ate more than half of their fruits and vegetables in their organic form [10]. It has been found that organic food consumers tend to be large consumers of fruits and vegetable [25,27,28], and in the past decade, the share of land dedicated to organic fruits and vegetables has increased. Thus, the share of organic farms dedicated to fruits and vegetables was found to be 16% while 8% of the farms from all types of production (conventional and organic) in France in 2013 were organic [24].

Regarding meat and fish, the contribution of organic foods to these food groups was lower than 20%. These results may seem high compared to the share of the organic meat in the market which represents 0.77% (pig farming) to 7% (laying hens) of the sector [24]. Nevertheless, they fall within the framework of an increase of organic meat production while overall a decrease of meat consumption is observed (−2.5% in 2013) [47]. Along with the high contribution of organic eggs in egg consumption, organic poultry was found to make a relatively high contribution in the consumption of poultry (27% and 26% in women and men, respectively) compared to other meat products. Consistent with the survey by the French Organic agency, the percentage of consumers having 100% of poultry from organic sources was 6.7% (*vs.* 5% in the survey) [10]. The relatively low consumption of organic fish was expected given that this foodstuff is mostly available in its conventional form. The sector of organic seafood represented only 1.1% of the market in 2013. Moreover, wild fish do not exist in organic form and organic fish in France are mostly imported [24].

Dairy products and cheese were food groups largely consumed by the study population (consumed by around 90% of participants) unlike milk which was only consumed by 35.6% of the subjects. Nevertheless, the contribution of organic foods to these food groups (around one quarter for dairy products and around 15% for cheese) was lower in comparison to milk (around 30%). When comparing with the market share of organic foods, which represented more than 10% of the milk market in 2013 in France, these results may seem high [24]. Nevertheless, these results follow the trend of the global milk and related product market [48]. Thus, unlike the conventional sector in

which milk represented only 10% of the transformations, packaged milk retained a prominent place in the organic sector. However, the trend is reversed for cheeses (11% of the transformations) while they represented 37% of conventional milk transformations [48].

Among both women and men, on average, 37% of the consumption of wholegrain products came from organic sources. This high proportion may be explained by the fact that organic wholegrain products are quite common and largely consumed by organic food consumers [25]. The highest contributions of organic foods (with ratios higher than 0.60 for both men and women) were meat- and dairy-substitutes. This was not surprising as the main part of these foodstuffs is consumed in organic form. This can be explained by the broad range of organic offerings and the fact that some of these products are available almost exclusively in organic form.

In the present study, the contributions of organic food to processed meat, fast food or non-alcoholic beverage consumption were among the lowest. A possible explanation for these results might be the fact that such products are mostly unavailable on the market in organic form. Besides, these products may not be considered “healthy” and therefore are not the organic consumers’ preferred choices as observed before in French adults [25].

The key strengths and original aspects of this study were its large sample size and the innovative approach in the assessment of organic food consumption focusing on absolute and relative shares of organic food in the diet. The large sample size ensures capturing large variations in dietary behaviours and in the amount of organic foods consumed. A further strength of the current study was the use of a semi-quantitative food frequency questionnaire with over 260 items including a very large range of foods, which enabled making a reliable estimation of usual diet over the previous year.

However, several limitations to this study should be mentioned. The contribution of organic food to the diet in the present study seems high regarding its share in the food market [24]. Several hypotheses may explain such figures.

Firstly, the participants enrolled in our study were volunteers in a nutrition cohort and were probably more interested in nutritional issues and healthy lifestyles including organic food issues than the general population. The participants of the NutriNet-Santé cohort exhibit particular characteristics when compared to the general French population [49]. They are more often women and more often a holder of a university degree. This has led to some self-selection (or recruitment) biases. To partly overcome this limitation, all analyses were weighted for each gender according to age, occupational category, area of residence and whether or not the household included at least one child (<18 years) using the iterative proportional fitting procedure according to national census [41] in order to make our sample more representative socio-demographically of the French population. Nevertheless, the nutrition interest of the subjects of the cohort still remains.

Furthermore, individuals selected in the final sample exhibited particular characteristics when compared to other individuals of the cohort. They were older and more often men. As the questionnaire was optional, organic food consumers were certainly more willing to fill out this questionnaire than non-consumers.

In addition to this recruitment bias, a social desirability bias may have occurred as reported in other work [50]. It has been shown that social desirability traits may influence self-reported dietary measures and, in turn, organic food consumption has been probably overestimated. However, a validation study comparing the same food frequency questionnaire with repeated 24 h records exhibited acceptable relative validity and good reproducibility [38] although the question relating to organic food consumption frequency has not been validated.

Moreover, this high consumption of organic food must be interpreted in the light of the use of the ordinal scale: only five choices were given to participants. Thus, a percentage of 25% was allocated to the frequency “rarely”, which does not reflect the very occasional consumers. Nevertheless, in a sensitive analysis, we attributed a percentage of 10% to the frequency rarely and the results were not substantially modified. Similarly, when using Monte-Carlo simulations, with the modalities which were not set-values but were allowed to vary along a uniform distribution, results remained

almost unchanged. Finally, data collection is based on self-reported questionnaires which are prone to measurement errors.

Caution is therefore needed when extrapolating the results to the consumption of the general population. The findings are estimates of the contribution of organic food in the diet using a specific tool in a particular population calculated from self-reported consumption. However, our study provides a particularly original contribution to the literature as there remains a paucity of data concerning the contribution of organic food in the diet. Besides, our findings seem consistent with the current food market in terms of the food groups that are the largest organic contributors.

Additionally, to determine whether participants knew what *organic* referred to, we tested knowledge of official organic labels through a dedicated questionnaire (data not shown). Among those who responded to both questionnaires ($N = 23,010$), 93% were able to identify the French organic label “AB”.

5. Conclusions

To conclude, this study is original in its innovative approach, with its focus on organic food consumption as a whole and by food group, and in terms of frequency and of absolute and relative intake. We showed that, for some food groups, organic food consumption was not marginal in the diet of our study population. Overall, organic fruits, vegetables and related products were integral components of the diet. Also, organic eggs were quite widely consumed; however, lesser quantities of organic meat and meat products were consumed. Organic fast food, processed food or sweetened foods had lower contributions and efforts in that regard should be made. Organic food consumers are a very large and heterogeneous group and more research is needed to better characterize the diet of non-, occasional, and regular organic food consumers. Further research should accurately investigate the specificities of such consumers to shed further light on the potential relationships between the level of organic food consumption and health.

Supplementary Materials: Supplementary materials can be accessed at: <http://www.mdpi.com/2072-6643/7/10/5417/s1>.

Acknowledgments: The NutriNet-Santé cohort study is funded by the following public institutions: Ministère de la Santé, Institut de Veille Sanitaire (InVS), Institut National de la Prévention et de l'Éducation pour la Santé (INPES), Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM), Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM) and Paris 13 University. The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript. The BioNutriNet project was supported by the French National Research Agency (Agence Nationale de la Recherche) in the context of the 2013 Programme de Recherche Systèmes Alimentaires Durables (ANR-13-ALID-0001).

Author Contributions: Serge Hercberg, Pilar Galan, Emmanuelle Kesse-Guyot, Sandrine Péneau, Caroline Méjean, Mathilde Touvier and Denis Lairon conceived and designed the experiments. Julia Baudry, Serge Hercberg, Pilar Galan, Emmanuelle Kesse-Guyot, Sandrine Péneau, Caroline Méjean and Mathilde Touvier performed the experiments. Julia Baudry and Emmanuelle Kesse-Guyot analyzed the data. Julia Baudry and Emmanuelle Kesse-Guyot wrote the paper. Julia Baudry, Caroline Méjean, Benjamin Allès, Sandrine Péneau, Mathilde Touvier, Serge Hercberg, Denis Lairon, Pilar Galan and Emmanuelle Kesse-Guyot involved in interpreting results and editing the manuscript. Julia Baudry had primary responsibility for final content. All authors read and approved the final manuscript.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Foley, J.A.; DeFries, R.; Asner, G.P.; Barford, C.; Bonan, G.; Carpenter, S.R.; Chapin, F.S.; Coe, M.T.; Daily, G.C.; Gibbs, H.K.; *et al.* Global consequences of land use. *Science* **2005**, *309*, 570–574. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
2. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Available online: http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/trs916/en/gsfao_introduction.pdf (accessed on 11 February 2015).
3. Gomiero, T.; Pimentel, D.; Paoletti, M.G. Environmental impact of different agricultural management practices: conventional *vs.* organic agriculture. *Crit. Rev. Plant Sci.* **2011**, *30*, 95–124. [[CrossRef](#)]

4. Pimentel, D.; Hepperly, P.; Hanson, J.; Douds, D.; Seidel, R. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience* **2005**, *55*, 573–582. [CrossRef]
5. Tuomisto, H.L.; Hodge, I.D.; Riordan, P.; Macdonald, D.W. Does organic farming reduce environmental impacts?—A meta-analysis of European research. *J. Environ. Manage.* **2012**, *112*, 309–320. [CrossRef] [PubMed]
6. Agriculture Biologique et Environnement: Des Enjeux Convergenents. Available online: <http://www.synabio.com/doc/synabio-doc-359.pdf> (accessed on 11 February 2015).
7. Bengtsson, J.; Ahnström, J.; Weibull, A.-C. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: A meta-analysis: Organic agriculture, biodiversity and abundance. *J. Appl. Ecol.* **2005**, *42*, 261–269. [CrossRef]
8. Hughner, R.S.; McDonagh, P.; Prothero, A.; Shultz, C.J.; Stanton, J. Who are organic food consumers? A compilation and review of why people purchase organic food. *J. Consum. Behav.* **2007**, *6*, 94–110. [CrossRef]
9. Hjelmar, U. Consumers' purchase of organic food products. A matter of convenience and reflexive practices. *Appetite* **2011**, *56*, 336–344. [CrossRef] [PubMed]
10. Baromètre de Consommation et de Perception des Produits Biologiques en France. Available online: http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/documents/4_Chiffres/BarometreConso/barometre_agence_bio_public.pdf (accessed on 23 June 2015).
11. Barański, M.; Średnicka-Tober, D.; Volakakis, N.; Seal, C.; Sanderson, R.; Stewart, G.B.; Benbrook, C.; Biavati, B.; Markellou, E.; Giotis, C.; *et al.* Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: A systematic literature review and meta-analyses. *Br. J. Nutr.* **2014**, *112*, 794–811. [CrossRef] [PubMed]
12. Lairon, D.; Huber, M. Food Quality and Possible Positive Health Effects of Organic Products. In *Organic Farming, Prototype for Sustainable Agricultures*; Bellon, S., Penvern, S., Eds.; Springer Netherlands: Berlin, Germany, 2014; pp. 295–312.
13. Smith-Spangler, C.; Brandeau, M.L.; Hunter, G.E.; Bavinger, J.C.; Pearson, M.; Eschbach, P.J.; Sundaram, V.; Liu, H.; Schirmer, P.; Stave, C.; *et al.* Are organic foods safer or healthier than conventional alternatives? A systematic review. *Ann. Intern. Med.* **2012**, *157*, 348–366. [CrossRef] [PubMed]
14. Huber, M.; Rembialkowska, E.; Średnicka, D.; Bügel, S.; van de Vijver, L.P.L. Organic food and impact on human health: Assessing the status quo and prospects of research. *NJAS—Wagening. J. Life Sci.* **2011**, *58*, 103–109. [CrossRef]
15. Comparison of composition (nutrients and other substances) of organically and conventionally produced foodstuffs: A systematic review of the available literature. Available online: https://www.schweine.net/services/files/7_org.pdf (accessed on 17 January 2014).
16. Alfvén, T.; Braun-Fahrländer, C.; Brunekreef, B.; von Mutius, E.; Riedler, J.; Scheynius, A.; van Hage, M.; Wickman, M.; Benz, M.R.; Budde, J.; *et al.* Allergic diseases and atopic sensitization in children related to farming and anthroposophic lifestyle—the PARSIFAL study. *Allergy* **2006**, *61*, 414–421. [CrossRef] [PubMed]
17. Bradbury, K.E.; Balkwill, A.; Spencer, E.A.; Roddam, A.W.; Reeves, G.K.; Green, J.; Key, T.J.; Beral, V.; Pirie, K.; Banks, E.; *et al.* Organic food consumption and the incidence of cancer in a large prospective study of women in the United Kingdom. *Br. J. Cancer* **2014**, *110*, 2321–2326. [CrossRef] [PubMed]
18. Oates, L.; Cohen, M.; Braun, L.; Schembri, A.; Taskova, R. Reduction in urinary organophosphate pesticide metabolites in adults after a week-long organic diet. *Environ. Res.* **2014**, *132*, 105–111. [CrossRef] [PubMed]
19. Torjusen, H.; Brantsæter, A.L.; Haugen, M.; Alexander, J.; Bakketeig, L.S.; Lieblein, G.; Stigum, H.; Næs, T.; Swartz, J.; Holmboe-Ottesen, G.; *et al.* Reduced risk of pre-eclampsia with organic vegetable consumption: Results from the prospective Norwegian Mother and Child Cohort Study. *BMJ Open* **2014**, *4*, e006143. [CrossRef] [PubMed]
20. Curl, C.L.; Beresford, S.A.A.; Fenske, R.A.; Fitzpatrick, A.L.; Lu, C.; Nettleton, J.A.; Kaufman, J.D. Estimating pesticide exposure from dietary intake and organic food choices: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *Environ. Health Perspect.* **2015**, *123*, 475–483. [CrossRef] [PubMed]
21. The World of Organic Agriculture. Available online: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1663-organic-world-2015.pdf> (accessed on 19 June 2015).

22. La Bio Poursuit Son Développement et Accroît Son Rayonnement Aupres Des Français. Available online: http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/dp_conf_de_presse_18_02_2015_val.pdf (accessed on 19 February 2015).
23. OrganicDataNetwork—Organic Crops: Area and Production Data for Selected Crops. Available online: <http://www.organicdatanetwork.net/odn-statistics/odn-statistics-data/odn-statistics-data-crops.html?L=0> (accessed on 15 September 2015).
24. Agence Bio La Bio en France: De la Production à la Consommation. Available online: http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/documents/4_Chiffres/BrochureCC/CC2013_chap4_France.pdf (accessed on 14 May 2015).
25. Kesse-Guyot, E.; Péneau, S.; Méjean, C.; Szabo de Edelenyi, F.; Galan, P.; Hercberg, S.; Lairon, D. Profiles of organic food consumers in a large sample of French adults: Results from the Nutrinet-santé cohort study. *PLoS ONE* **2013**, *8*, e76998. [CrossRef] [PubMed]
26. Torjusen, H.; Lieblein, G.; Naes, T.; Haugen, M.; Meltzer, H.M.; Brantsaeter, A.L. Food patterns and dietary quality associated with organic food consumption during pregnancy; data from a large cohort of pregnant women in Norway. *BMC Public Health* **2012**, *12*, 612. [CrossRef] [PubMed]
27. Petersen, S.B.; Rasmussen, M.A.; Strøm, M.; Halldorsson, T.I.; Olsen, S.F. Sociodemographic characteristics and food habits of organic consumers—A study from the Danish National Birth Cohort. *Public Health Nutr.* **2013**, *16*, 1810–1819. [CrossRef] [PubMed]
28. Eisinger-Watzl, M.; Wittig, F.; Heuer, T.; Hoffmann, I. Customers purchasing organic food—Do they live healthier? Results of the German national nutrition survey II. *Eur. J. Nutr. Food Saf.* **2015**, *5*, 59–71. [CrossRef]
29. Oates, L.; Cohen, M.; Braun, L. Characteristics and consumption patterns of Australian organic consumers. *J. Sci. Food Agric.* **2012**, *92*, 2782–2787. [CrossRef] [PubMed]
30. Lockie, S.; Lyons, K.; Lawrence, G.; Grice, J. Choosing organics: A path analysis of factors underlying the selection of organic food among Australian consumers. *Appetite* **2004**, *43*, 135–146. [CrossRef] [PubMed]
31. Olivas, R.; Bernabéu, R. Men's and women's attitudes toward organic food consumption. A Spanish case study. *Span. J. Agric. Res.* **2012**, *10*, 281–291. [CrossRef]
32. Hercberg, S.; Castetbon, K.; Czernichow, S.; Malon, A.; Mejean, C.; Kesse, E.; Touvier, M.; Galan, P. The Nutrinet-Santé Study: A web-based prospective study on the relationship between nutrition and health and determinants of dietary patterns and nutritional status. *BMC Public Health* **2010**, *10*, 242. [CrossRef] [PubMed]
33. Touvier, M.; Kesse-Guyot, E.; Méjean, C.; Pollet, C.; Malon, A.; Castetbon, K.; Hercberg, S. Comparison between an interactive web-based self-administered 24 h dietary record and an interview by a dietitian for large-scale epidemiological studies. *Br. J. Nutr.* **2011**, *105*, 1055–1064. [CrossRef] [PubMed]
34. Touvier, M.; Méjean, C.; Kesse-Guyot, E.; Pollet, C.; Malon, A.; Castetbon, K.; Hercberg, S. Comparison between web-based and paper versions of a self-administered anthropometric questionnaire. *Eur. J. Epidemiol.* **2010**, *25*, 287–296. [CrossRef] [PubMed]
35. Hagströmer, M.; Oja, P.; Sjöström, M. The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): A study of concurrent and construct validity. *Public Health Nutr.* **2006**, *9*, 755–762. [CrossRef] [PubMed]
36. INSEE (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques) Website. Available online: <http://www.insee.fr/en/methodes/> (accessed on 23 February 2015).
37. Le Moullec, N.; Deheeger, M.; Preziosi, P.; Monteiro, P.; Valeix, P.; Rolland-Cachera, M.-F.; de Courcy, P.G.; Christides, J.-P.; Cherouvrier, F.; Galan, P.; et al. Validation du manuel-photos utilisé pour l'enquête alimentaire de l'étude SU.VI.MAX. *Cah. Nutr. Diététique* **1996**, *31*, 158–164.
38. 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. [CrossRef] [PubMed]
39. Rubinstein, R.Y.; Kroese, D.P. *Simulation and the Monte Carlo Method, Student Solutions Manual*; John Wiley & Sons: New York, NY, USA, 2011.
40. Schofield, W.N. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum. Nutr. Clin. Nutr.* **1985**, *39*, 5–41. [PubMed]

41. INSEE (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques) French National Census Data. Available online: <http://www.insee.fr/fr/ppp/bases-de-donnees/recensement/populations-legales/default.asp?annee=2009> (accessed on 6 June 2013).
42. Isenhour, C.; Ardenfors, M. Gender and sustainable consumption: Policy implications. *Int. J. Innov. Sustain. Dev.* **2009**, *4*, 135–149. [CrossRef]
43. Schifferstein, H.N.J.; Oude Ophuis, P.A.M. Health-related determinants of organic food consumption in The Netherlands. *Food Qual. Prefer.* **1998**, *9*, 119–133. [CrossRef]
44. Eating “Green”: Motivations behind organic food consumption in Australia. Available online: <http://onlinelibrary.wiley.com.gate2.inist.fr/doi/10.1111/1467-9523.00200/abstract> (accessed on 15 September 2015).
45. Torjusen, H.; Brantsæter, A.L.; Haugen, M.; Lieblein, G.; Stigum, H.; Roos, G.; Holmboe-Ottesen, G.; Meltzer, H.M. Characteristics associated with organic food consumption during pregnancy; data from a large cohort of pregnant women in Norway. *BMC Public Health* **2010**, *10*, 775. [CrossRef] [PubMed]
46. Pearson, D.; Henryks, J.; Jones, H. Organic food: What we know (and do not know) about consumers. *Renew. Agric. Food Syst.* **2011**, *26*, 171–177. [CrossRef]
47. Observatoire Viandes BIO 2014: Une Dynamique Toujours Positive (Interbev). Available online: <http://www.revenuagricole.fr/focus-technique/conduite-et-gestion-du-troupeau/89-focus-marches/eleveur-viande/eleveur-viande-memos-debouches-filiere/14977-observatoire-viandes-bio-2014-une-dynamique-toujours-positive-interbev> (accessed on 7 April 2015).
48. Centre National Interprofessionnel de l’Economie Laitière Rapport annuel 2013–2014. Available online: http://infos.cniel.com/uploads/tx_hpoindexbdd/4p_bio_2014__2_.pdf (accessed on 7 April 2015).
49. Andreeva, V.A.; Salanave, B.; Castetbon, K.; Deschamps, V.; Vernay, M.; Kesse-Guyot, E.; Hercberg, S. Comparison of the sociodemographic characteristics of the large NutriNet-Santé e-cohort with French Census data: The issue of volunteer bias revisited. *J. Epidemiol. Community Health* **2015**, *69*, 893–898. [CrossRef] [PubMed]
50. Hebert, J.R.; Hurley, T.G.; Peterson, K.E.; Resnicow, K.; Thompson, F.E.; Yaroch, A.L.; Ehlers, M.; Midthune, D.; Williams, G.C.; Greene, G.W.; *et al.* Social desirability trait influences on self-reported dietary measures among diverse participants in a multicenter multiple risk factor trial. *J. Nutr.* **2008**, *138*, 226S–234S. [PubMed]



Supplemental Information

Table S1. Percentage of organic food consumers by food group, NutriNet-Santé Study, N = 28,245.

	All Individuals (%)			Organic Food Consumers * (%)		
	(n = 28,245)			Non-organic consumers include 8.4% of women and 14.7% of men <i>i.e.</i> , 11.4% of the whole sample		
	% of subjects who consume the food group	% of consumers with at least 50% of this food group from organic origin	% of consumers with 100% of this food group from organic origin	% of subjects who consume the food group	% of consumers with at least 50% of this food group from organic origin	% of consumers with 100% of this food group from organic origin
Vegetables	99.9	27.2	3.2	99.9	30.7	3.6
Soup	85.5	26.7	12.5	88.0	29.3	13.7
Fruits	98.9	24.4	3.3	98.9	27.5	3.7
Fruit juice	76.8	24.2	9.4	78.4	26.8	10.4
Nuts	64.7	28.6	15.6	68.7	30.5	16.6
Meat	92.1	14.0	1.5	91.6	15.9	1.8
Processed meat	90.7	9.9	1.1	90.9	11.1	1.2
Fish	90.5	9.5	1.0	90.6	10.7	1.1
Poultry	92.0	18.1	6.7	91.6	20.6	7.6
Eggs	93.6	41.7	25.6	93.6	47.1	28.9
Milk	35.6	24.4	13.6	35.2	27.8	15.6
Dairy products	89.4	18.7	6.3	89.7	21.1	7.1
Cheese	94.3	10.1	1.4	94.6	11.3	1.6
Milky desserts	63.7	7.9	2.7	64.5	8.8	3.0
Potatoes	98.9	24.1	6.4	99.1	27.1	7.2
Bread	84.7	8.3	2.7	83.9	9.4	3.0
Cereals †	99.3	22.2	6.7	99.3	25.1	7.5
Wholegrain products ‡	73.3	33.6	11.3	77.0	36.1	12.1
Oil	96.9	32.3	12.7	98.1	36.1	14.2
Butter/Margarine	90.0	19.5	10.1	90.4	21.9	11.4
Cookies	87.5	9.9	3.1	87.9	11.1	3.4
Nonalcoholic drinks §	100.0	3.4	0.0	100.0	3.8	0.0
Sweet	99.0	19.5	1.5	99.7	21.9	1.7
Fast food	95.5	11.2	1.9	96.0	12.5	2.1
Meat substitutes	27.4	79.0	58.1	30.3	80.5	59.1
Dressing	95.7	17.5	4.6	96.3	19.6	5.1
Alcohol	87.1	8.0	1.1	88.6	8.9	1.2

Table S1. Cont.

	All Individuals (%)			Organic Food Consumers * (%)		
	(n = 28,245)			Non-organic consumers include 8.4% of women and 14.7% of men i.e., 11.4% of the whole sample		
	% of subjects who consume the food group	% of consumers with at least 50% of this food group from organic origin	% of consumers with 100% of this food group from organic origin	% of subjects who consume the food group	% of consumers with at least 50% of this food group from organic origin	% of consumers with 100% of this food group from organic origin
Snacks	90.9	14.3	3.4	91.9	16.0	3.8
Grains	36.2	68.4	44.1	39.5	70.6	45.6
Other fats ||	89.5	20.1	8.0	91.3	22.3	8.9
Dairy substitutes [¶]	24.3	62.5	40.1	26.5	64.6	41.4
Legumes	83.8	23.7	13.6	86.8	25.9	14.8
Soda	72.0	7.3	2.8	71.7	8.3	3.2

* Individuals who report consuming at least one organic food item; [†] Including pasta, white rice, muesli, semolina and breakfast cereals; [‡] Including wholegrain bread, wholegrain rice and wholegrain

pasta; [§] Including coffee, tea, chicory, hot chocolate and water; ^{||} Including mayonnaise, fresh cream, vegetal fresh cream;

[¶] Including soy yogurt, vegetal-based cheese, vegan fresh cheese, soy milk.

Table S2. Comparison between shares of organic food consumption in the diet and by food group across gender (1) by allocating a fixed percentage of 25% to the modality rarely; (2) by allocating a fixed percentage of 10% to the modality rarely and (3) by using Monte-Carlo simulations, NutriNet-Santé Study, N = 28,245.

	Women						Men					
	n = 20,080						n = 7265					
	Allocation of 25% to the modality rarely		Allocation of 10% to the modality rarely		Monte Carlo simulations *		Allocation of 25% to the modality rarely		Allocation of 10% to the modality rarely		Monte Carlo simulations *	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Total intake	0.20	0.18	0.18	0.18	0.19	0.17	0.18	0.28	0.16	0.27	0.17	0.27
Food groups												
Vegetables	0.31	0.27	0.28	0.28	0.30	0.26	0.28	0.44	0.26	0.45	0.28	0.43
Soup	0.34	0.30	0.32	0.31	0.33	0.30	0.33	0.46	0.30	0.48	0.30	0.26
Fruits	0.29	0.26	0.26	0.26	0.28	0.25	0.28	0.44	0.25	0.44	0.27	0.43
Fruit juice	0.33	0.28	0.30	0.29	0.32	0.28	0.29	0.46	0.26	0.47	0.28	0.46
Nuts	0.35	0.30	0.32	0.31	0.34	0.30	0.33	0.48	0.30	0.49	0.33	0.47
Meat	0.18	0.22	0.15	0.21	0.18	0.21	0.18	0.35	0.15	0.34	0.18	0.34
Processed meat	0.15	0.19	0.12	0.19	0.15	0.19	0.16	0.32	0.13	0.31	0.16	0.31
Fish	0.15	0.19	0.11	0.18	0.14	0.18	0.16	0.33	0.13	0.32	0.15	0.31
Poultry	0.27	0.26	0.24	0.27	0.25	0.42	0.26	0.42	0.22	0.43	0.25	0.42
Eggs	0.52	0.34	0.50	0.35	0.50	0.33	0.40	0.54	0.38	0.56	0.39	0.52
Milk	0.29	0.32	0.26	0.33	0.28	0.31	0.28	0.56	0.26	0.57	0.28	0.55
Dairy products	0.24	0.27	0.21	0.27	0.23	0.26	0.23	0.44	0.20	0.44	0.22	0.42
Cheese	0.15	0.20	0.12	0.20	0.16	0.32	0.17	0.33	0.14	0.33	0.16	0.32

Table S2. Cont.

	Women <i>n</i> = 20,080						Men <i>n</i> = 7265					
	Allocation of 25% to the modality rarely		Allocation of 10% to the modality rarely		Monte Carlo simulations *		Allocation of 25% to the modality rarely		Allocation of 10% to the modality rarely		Monte Carlo simulations *	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Milky desserts	0.14	0.21	0.11	0.20	0.14	0.20	0.12	0.30	0.10	0.29	0.12	0.29
Potatoes	0.28	0.30	0.26	0.30	0.27	0.29	0.26	0.46	0.23	0.46	0.26	0.44
Bread	0.16	0.21	0.12	0.20	0.15	0.20	0.16	0.34	0.12	0.33	0.15	0.33
Cereals	0.28	0.29	0.25	0.29	0.27	0.28	0.24	0.45	0.22	0.45	0.15	0.20
Wholegrain products	0.37	0.30	0.33	0.31	0.35	0.48	0.37	0.48	0.33	0.50	0.35	0.48
Oil	0.36	0.32	0.34	0.33	0.35	0.31	0.33	0.51	0.31	0.52	0.32	0.49
Butter/Margarine	0.25	0.29	0.22	0.29	0.24	0.28	0.24	0.46	0.21	0.47	0.23	0.45
Cookies	0.15	0.22	0.13	0.22	0.15	0.21	0.13	0.31	0.10	0.30	0.13	0.30
Nonalcoholic drinks	0.11	0.14	0.10	0.14	0.10	0.13	0.09	0.20	0.08	0.20	0.08	0.20
Sweet	0.25	0.24	0.23	0.24	0.25	0.23	0.24	0.38	0.22	0.38	0.23	0.36
Fast food	0.17	0.22	0.15	0.22	0.17	0.21	0.15	0.32	0.12	0.31	0.15	0.31
Meat substitutes	0.81	0.26	0.80	0.27	0.78	0.25	0.76	0.52	0.75	0.54	0.72	0.50
Dressing	0.22	0.26	0.20	0.26	0.22	0.25	0.20	0.39	0.18	0.39	0.20	0.38
Alcohol	0.14	0.18	0.11	0.17	0.13	0.17	0.16	0.31	0.12	0.30	0.15	0.30
Snacks	0.19	0.25	0.17	0.25	0.19	0.24	0.17	0.37	0.14	0.37	0.16	0.36
Grains	0.70	0.31	0.68	0.32	0.67	0.29	0.64	0.55	0.62	0.58	0.61	0.54
Other fats	0.25	0.29	0.23	0.29	0.24	0.28	0.23	0.43	0.21	0.44	0.23	0.42
Dairy substitutes	0.63	0.33	0.61	0.34	0.60	0.32	0.65	0.58	0.63	0.60	0.62	0.55
Legumes	0.31	0.31	0.28	0.31	0.30	0.30	0.28	0.47	0.26	0.48	0.28	0.46
Soda	0.11	0.20	0.10	0.19	0.11	0.19	0.13	0.36	0.11	0.35	0.13	0.33

* 20 simulations were performed.

Table S3. Consumption of organic food (g/day) according to several sociodemographic and lifestyle factors, NutriNet-Santé Study, *N* = 28,245.

ipcFood Groups (g/day)	<Median Age (48 years old)		>Median Age (48 years old)		<High School Diploma		≥High School Diploma		Income < 1800 Euros [‡]		Income ≥ 1800 Euros [‡]	
	(n = 9743)		(n = 18,502)		(n = 10,470)		(n = 17,775)		(n = 9275)		(n = 15,493)	
	Total	Organic	Total	Organic	Total	Organic	Total	Organic	Total	Organic	Total	Organic
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
Total Intake	3415.25 ± 1430.5	631.74 ± 896.24	3486.20 ± 1018.2	689.27 ± 697.32	3482.64 ± 1736.1	637.17 ± 1106.6	3354.14 ± 649.97	730.70 ± 473.07	3496.49 ± 1483.7	588.44 ± 903.85	3462.08 ± 931.63	765.39 ± 669.99
Vegetables	255.55 ± 280.79	97.57 ± 223.67	277.88 ± 158.49	94.33 ± 125.84	274.00 ± 306.34	95.95 ± 246.47	2448.63 ± 118.45	95.96 ± 90.16	259.81 ± 248.31	82.34 ± 180.47	278.95 ± 169.78	113.70 ± 156.75
Soup	45.63 ± 92.86	19.15 ± 61.43	94.63 ± 99.74	34.94 ± 62.05	74.20 ± 150.24	27.57 ± 90.17	57.65 ± 51.57	25.42 ± 37.20	69.52 ± 128.73	24.08 ± 73.89	75.15 ± 79.72	33.36 ± 55.45
Fruits	235.88 ± 350.12	78.01 ± 204.77	336.99 ± 280.30	98.33 ± 153.46	307.95 ± 467.32	90.14 ± 247.57	221.10 ± 148.85	82.15 ± 07.42	281.68 ± 406.06	78.82 ± 211.79	291.67 ± 232.34	102.80 ± 147.36
Fruit juice	94.69 ± 143.66	31.05 ± 81.88	77.20 ± 97.67	25.19 ± 53.27	80.50 ± 162.09	24.19 ± 83.31	102.43 ± 75.80	39.99 ± 49.79	84.88 ± 143.76	23.89 ± 77.09	85.66 ± 92.59	30.99 ± 52.87
Nuts	2.29 ± 7.09	1.35 ± 5.62	3.78 ± 7.00	1.61 ± 4.41	3.18 ± 10.44	1.51 ± 7.18	2.59 ± 3.89	1.41 ± 2.68	2.82 ± 8.69	1.32 ± 6.10	3.20 ± 5.32	1.55 ± 3.59
Meat	72.56 ± 122.83	10.05 ± 25.45	71.97 ± 55.94	13.48 ± 24.44	76.08 ± 131.72	11.89 ± 36.69	60.74 ± 35.17	11.37 ± 13.73	75.61 ± 122.84	10.26 ± 30.69	69.04 ± 53.85	13.58 ± 20.34
Processed meat	36.55 ± 37.89	4.93 ± 12.28	32.47 ± 29.28	5.50 ± 11.93	34.41 ± 48.09	5.00 ± 17.44	34.84 ± 17.99	5.86 ± 7.19	35.86 ± 39.67	4.29 ± 12.79	33.19 ± 26.25	6.45 ± 11.68
Fish	33.84 ± 52.15	5.53 ± 20.69	48.55 ± 39.94	8.18 ± 15.49	42.11 ± 65.18	6.68 ± 23.97	38.36 ± 27.03	7.37 ± 12.18	37.50 ± 50.37	6.17 ± 20.40	47.57 ± 40.48	7.84 ± 15.62
Poultry	28.09 ± 39.02	5.72 ± 13.13	23.08 ± 22.65	6.09 ± 9.30	25.95 ± 42.72	5.91 ± 15.25	24.50 ± 17.40	5.89 ± 6.90	27.02 ± 33.92	5.23 ± 12.61	25.73 ± 25.96	7.09 ± 9.36
Eggs	12.87 ± 33.77	5.20 ± 13.11	12.57 ± 12.62	6.15 ± 7.90	12.24 ± 21.23	5.76 ± 14.83	14.16 ± 22.90	5.43 ± 5.48	13.88 ± 35.12	5.13 ± 10.95	12.01 ± 11.70	6.64 ± 9.61
Milk	74.53 ± 178.49	18.02 ± 85.26	56.57 ± 118.18	14.49 ± 53.36	64.08 ± 199.11	14.59 ± 92.33	70.06 ± 93.63	21.30 ± 43.80	69.69 ± 177.70	14.56 ± 78.59	60.61 ± 110.20	18.12 ± 52.01
Dairy products	139.18 ± 170.69	21.73 ± 53.99	159.86 ± 125.25	38.51 ± 64.17	155.76 ± 210.55	29.50 ± 90.54	130.62 ± 78.53	31.90 ± 34.15	155.43 ± 183.08	27.80 ± 77.97	139.09 ± 108.36	33.47 ± 47.97
Cheese	37.68 ± 52.50	5.44 ± 15.99	44.75 ± 40.99	7.23 ± 14.47	41.40 ± 64.58	5.78 ± 20.63	40.61 ± 28.68	7.98 ± 10.35	42.39 ± 55.05	5.68 ± 17.20	42.71 ± 38.02	7.75 ± 13.88
Milky desserts	12.74 ± 31.63	1.03 ± 5.84	11.26 ± 21.85	1.66 ± 7.76	12.04 ± 37.60	1.32 ± 10.73	11.89 ± 14.61	1.41 ± 3.70	13.06 ± 33.65	1.14 ± 6.67	11.09 ± 19.48	1.53 ± 7.47
Potatoes	28.97 ± 54.96	7.29 ± 16.44	27.12 ± 23.51	7.11 ± 12.42	29.77 ± 58.91	7.16 ± 20.42	22.85 ± 13.17	7.35 ± 7.96	31.91 ± 58.59	6.88 ± 17.55	23.61 ± 17.81	7.18 ± 10.13
Bread	57.79 ± 70.63	7.48 ± 21.68	55.53 ± 52.25	7.61 ± 18.39	55.99 ± 83.66	7.00 ± 28.74	58.68 ± 38.12	9.17 ± 11.04	59.53 ± 72.68	7.02 ± 23.18	52.86 ± 45.74	7.76 ± 15.75
Cereals*	113.98 ± 123.52	28.06 ± 61.35	74.73 ± 60.07	17.98 ± 35.32	91.33 ± 132.01	20.42 ± 63.70	103.65 ± 49.21	30.93 ± 31.29	107.13 ± 126.36	23.31 ± 61.10	84.38 ± 59.95	23.67 ± 35.23
Wholegrain products †	53.62 ± 114.77	31.23 ± 90.44	57.22 ± 65.66	24.79 ± 48.94	56.24 ± 127.97	27.77 ± 97.45	52.91 ± 45.43	28.79 ± 37.41	55.12 ± 120.53	28.46 ± 94.75	59.08 ± 59.86	29.59 ± 45.10
Oil	16.33 ± 20.65	6.57 ± 13.78	20.87 ± 16.78	7.92 ± 11.06	18.89 ± 27.30	6.97 ± 16.97	17.71 ± 9.79	8.07 ± 7.89	17.81 ± 20.36	6.89 ± 15.55	20.05 ± 17.15	7.82 ± 9.31
Butter/Margarine	5.99 ± 7.63	1.20 ± 3.43	7.28 ± 6.46	1.66 ± 3.08	6.83 ± 10.00	1.30 ± 4.33	6.05 ± 4.12	1.81 ± 2.30	6.82 ± 8.63	1.27 ± 3.82	6.25 ± 5.59	1.57 ± 2.70
Cookies	15.63 ± 29.52	1.32 ± 5.48	9.42 ± 14.32	1.37 ± 4.12	12.92 ± 31.96	1.28 ± 6.65	11.37 ± 10.20	1.54 ± 2.83	15.26 ± 30.94	1.36 ± 5.60	9.90 ± 12.26	1.40 ± 4.02
Nonalcoholic drinks ‡	1674.27 ± 1069.7	138.61 ± 301.77	1674.48 ± 742.27	189.30 ± 276.82	1664.65 ± 1277.2	149.39 ± 391.34	1703.74 ± 489.25	207.71 ± 198.70	1713.20 ± 1116.7	147.26 ± 331.26	1652.54 ± 676.89	188.12 ± 255.44
Sweet	50.41 ± 50.38	11.19 ± 21.78	50.25 ± 38.48	12.82 ± 21.50	49.88 ± 63.42	11.63 ± 31.86	51.70 ± 23.72	13.13 ± 11.99	52.07 ± 54.05	11.25 ± 23.60	49.93 ± 32.14	12.66 ± 14.02
Fast food	65.26 ± 268.78	11.65 ± 67.53	29.67 ± 27.75	4.72 ± 9.40	49.44 ± 261.83	8.61 ± 65.65	41.63 ± 22.42	6.92 ± 8.45	37.69 ± 46.18	5.42 ± 14.52	63.81 ± 211.93	12.83 ± 52.88
Meat substitutes	9.61 ± 34.41	8.00 ± 30.41	4.63 ± 19.57	4.27 ± 19.05	7.71 ± 38.84	6.55 ± 35.43	5.38 ± 12.93	4.89 ± 12.23	6.49 ± 29.91	5.42 ± 26.82	7.79 ± 22.76	6.84 ± 21.48
Dressing	7.72 ± 10.55	1.45 ± 4.68	7.09 ± 7.21	1.47 ± 3.62	7.22 ± 11.46	1.37 ± 5.56	7.96 ± 6.15	1.74 ± 2.72	7.42 ± 9.81	1.36 ± 4.96	7.42 ± 6.99	1.57 ± 2.84
Alcohol	68.13 ± 145.32	9.96 ± 34.58	124.87 ± 152.22	19.62 ± 46.86	96.72 ± 217.28	14.09 ± 61.35	95.61 ± 95.74	16.84 ± 27.55	83.09 ± 171.54	12.00 ± 48.28	123.15 ± 145.48	20.08 ± 40.75
Snacks	10.79 ± 21.69	3.15 ± 11.92	9.10 ± 11.82	2.48 ± 6.98	9.87 ± 23.90	2.62 ± 12.37	10.19 ± 8.25	3.41 ± 6.20	9.48 ± 21.48	2.27 ± 9.76	10.95 ± 11.54	3.80 ± 8.53
Grains	2.62 ± 9.36	2.07 ± 8.03	3.28 ± 8.16	2.52 ± 7.00	3.05 ± 12.61	2.34 ± 10.61	2.65 ± 4.87	2.15 ± 4.49	2.82 ± 10.43	2.08 ± 8.43	2.99 ± 7.07	2.43 ± 6.47
Other fats §	3.91 ± 7.33	1.08 ± 3.61	2.94 ± 4.33	0.76 ± 2.08	3.34 ± 8.23	0.87 ± 3.84	3.69 ± 3.08	1.08 ± 1.72	3.80 ± 8.02	0.94 ± 3.86	3.03 ± 3.43	0.91 ± 1.75
Dairy substitutes ¶	37.54 ± 137.90	32.51 ± 126.76	23.76 ± 84.71	17.95 ± 77.28	31.26 ± 156.70	25.39 ± 143.44	28.85 ± 59.19	24.81 ± 54.68	24.32 ± 110.06	20.18 ± 98.45	39.23 ± 107.11	31.83 ± 99.77
Legumes	26.36 ± 66.42	15.86 ± 63.58	14.34 ± 25.19	5.49 ± 20.65	20.95 ± 68.37	11.24 ± 64.46	18.60 ± 19.53	8.99 ± 15.91	19.48 ± 42.20	9.33 ± 38.20	23.29 ± 47.66	13.51 ± 45.61
Soda	84.23 ± 208.74	8.26 ± 43.79	38.06 ± 92.99	3.76 ± 17.34	62.68 ± 221.39	5.39 ± 39.82	56.71 ± 69.65	7.90 ± 20.89	73.89 ± 209.62	5.01 ± 30.62	46.15 ± 89.82	6.94 ± 23.87

Table S3. Cont.

Food Groups (g/day)	Rural Area		Urban Area		Physical Activity < 30 min Brisk walking/day **		Physical activity ≥ 30 min Brisk walking/day **		Meat Eaters		Vegetarians and Vegans	
	(n = 6235)		(n = 22,010)		(n = 5434)		(n = 19,830)		(n = 27,369)		(n = 876)	
	Total Mean ± SD	Organic Mean ± SD	Total Mean ± SD	Organic Mean ± SD	Total Mean ± SD	Organic Mean ± SD	Total Mean ± SD	Organic Mean ± SD	Total Mean ± SD	Organic Mean ± SD	Total Mean ± SD	Organic Mean ± SD
Total Intake	3446.30 ± 1137.5	703.04 ± 845.31	3452.14 ± 1188.4	645.91 ± 749.78	3238.97 ± 1145.8	477.50 ± 642.02	3494.68 ± 1107.8	757.44 ± 782.91	3450.34 ± 1175.2	605.32 ± 715.71	3456.16 ± 1244.1	1638.71 ± 1220.2
Vegetables	267.53 ± 229.50	106.34 ± 169.18	266.41 ± 203.11	92.41 ± 165.24	228.88 ± 193.24	64.92 ± 117.81	279.44 ± 201.41	113.00 ± 179.64	252.60 ± 181.77	79.62 ± 124.34	516.70 ± 515.59	385.83 ± 505.49
Soup	75.73 ± 118.78	32.52 ± 76.29	68.15 ± 94.55	25.16 ± 57.66	63.87 ± 91.50	20.19 ± 51.70	74.15 ± 100.09	30.49 ± 64.25	70.30 ± 100.06	25.60 ± 60.32	66.13 ± 112.13	52.46 ± 102.31
Fruits	267.80 ± 329.63	88.14 ± 169.00	292.65 ± 304.40	88.15 ± 174.35	241.34 ± 259.52	59.80 ± 129.57	288.03 ± 285.27	100.10 ± 175.72	282.83 ± 306.20	78.80 ± 157.49	348.48 ± 410.96	254.14 ± 377.09
Fruit juice	82.01 ± 121.58	29.15 ± 70.70	87.31 ± 114.28	27.77 ± 62.83	73.99 ± 108.65	18.30 ± 45.44	90.73 ± 115.82	32.94 ± 69.33	84.92 ± 113.83	25.87 ± 61.12	104.39 ± 167.45	68.15 ± 123.17
Nuts	2.95 ± 7.22	1.55 ± 5.42	3.06 ± 7.03	1.46 ± 4.69	2.13 ± 5.10	0.88 ± 2.95	3.46 ± 7.45	1.80 ± 5.37	2.79 ± 6.69	1.22 ± 4.34	7.31 ± 13.53	6.12 ± 11.62
Meat	80.55 ± 96.26	17.01 ± 35.47	69.44 ± 81.57	9.97 ± 20.59	71.66 ± 69.60	10.23 ± 21.64	70.25 ± 87.56	12.54 ± 25.36	76.18 ± 84.82	12.40 ± 25.08	2.74 ± 18.51	0.41 ± 4.62
Processed meat	39.24 ± 37.09	6.48 ± 14.35	32.90 ± 31.01	4.78 ± 11.29	35.64 ± 32.92	4.88 ± 11.22	33.74 ± 32.42	5.60 ± 12.45	36.31 ± 32.07	5.49 ± 12.18	2.59 ± 14.55	0.30 ± 3.05
Fish	37.24 ± 39.73	6.47 ± 18.27	42.52 ± 46.48	6.98 ± 17.28	36.99 ± 38.12	4.49 ± 11.79	43.06 ± 44.30	8.02 ± 18.97	42.71 ± 44.50	7.04 ± 17.50	13.90 ± 49.67	3.60 ± 17.23
Poultry	23.93 ± 25.17	6.21 ± 11.48	26.16 ± 30.53	5.80 ± 10.57	26.67 ± 29.24	5.08 ± 10.28	24.94 ± 29.35	6.12 ± 10.55	26.93 ± 29.28	6.21 ± 10.84	1.87 ± 12.68	0.47 ± 4.30
Eggs	12.89 ± 19.22	5.87 ± 9.56	12.66 ± 23.11	5.61 ± 10.15	10.28 ± 10.33	4.57 ± 7.47	13.81 ± 25.32	6.34 ± 10.80	13.11 ± 22.41	5.72 ± 9.81	5.67 ± 16.59	4.86 ± 15.30
Milk	59.92 ± 145.50	12.35 ± 55.77	67.49 ± 141.19	17.60 ± 68.76	59.71 ± 137.28	10.83 ± 55.00	67.04 ± 139.49	18.93 ± 68.65	68.28 ± 141.86	16.88 ± 66.68	17.39 ± 137.66	5.20 ± 43.97
Dairy products	145.43 ± 139.59	34.39 ± 65.99	150.89 ± 143.85	28.64 ± 60.00	144.39 ± 135.73	22.96 ± 51.96	144.36 ± 136.28	33.58 ± 63.43	156.23 ± 141.04	31.27 ± 61.69	30.02 ± 106.31	9.38 ± 44.40
Cheese	47.54 ± 51.33	7.06 ± 16.54	39.04 ± 43.41	6.08 ± 14.57	44.21 ± 45.58	5.22 ± 13.47	40.17 ± 43.55	6.83 ± 15.46	42.50 ± 44.97	6.40 ± 15.00	18.22 ± 48.86	5.08 ± 15.99
Milky desserts	13.08 ± 32.57	1.57 ± 7.49	11.64 ± 23.32	1.26 ± 7.07	13.27 ± 26.52	1.38 ± 7.13	11.11 ± 24.19	1.40 ± 7.36	12.52 ± 25.89	1.37 ± 7.21	2.81 ± 11.84	0.92 ± 5.51
Potatoes	32.61 ± 57.30	9.51 ± 18.43	26.49 ± 29.38	6.42 ± 12.29	26.52 ± 29.31	4.47 ± 10.87	26.36 ± 23.38	7.87 ± 13.59	28.44 ± 37.79	6.86 ± 13.69	21.02 ± 24.14	13.40 ± 18.64
Bread	65.94 ± 68.27	8.28 ± 20.81	53.50 ± 56.10	7.29 ± 19.22	63.24 ± 61.23	6.09 ± 17.82	55.19 ± 58.11	8.50 ± 20.34	58.25 ± 58.19	7.41 ± 19.09	28.55 ± 77.13	9.83 ± 31.23
Cereals †	89.71 ± 83.47	23.60 ± 53.39	96.00 ± 91.10	22.84 ± 44.04	99.10 ± 86.99	21.98 ± 53.80	90.05 ± 76.37	25.63 ± 44.17	93.58 ± 87.00	20.39 ± 40.63	108.80 ± 146.67	69.99 ± 116.04
Wholegrain products †	50.41 ± 82.30	24.82 ± 68.22	57.12 ± 86.77	29.11 ± 65.76	40.61 ± 57.84	15.10 ± 36.78	63.53 ± 92.74	34.79 ± 73.80	51.68 ± 80.87	23.56 ± 57.98	121.70 ± 159.36	107.14 ± 159.66
Oil	18.38 ± 16.84	7.24 ± 13.54	18.67 ± 18.76	7.24 ± 11.64	17.11 ± 15.86	5.62 ± 10.54	19.24 ± 17.79	8.06 ± 12.32	18.54 ± 18.17	6.85 ± 11.56	19.68 ± 23.23	14.20 ± 21.19
Butter/Margarine	7.57 ± 8.09	1.63 ± 3.69	6.32 ± 6.52	1.36 ± 3.06	6.69 ± 7.13	1.18 ± 2.90	6.41 ± 6.57	1.58 ± 3.30	6.80 ± 6.88	1.38 ± 3.13	3.64 ± 6.74	2.32 ± 4.93
Cookies	11.50 ± 20.67	1.36 ± 5.18	12.88 ± 21.19	1.34 ± 4.47	12.08 ± 21.75	1.13 ± 4.53	11.91 ± 19.19	1.50 ± 4.61	12.81 ± 21.09	1.32 ± 4.57	7.68 ± 19.90	1.87 ± 6.27
Non alcoholic drinks ‡	1686.15 ± 825.35	191.08 ± 338.41	1670.36 ± 881.26	154.63 ± 269.78	1614.89 ± 854.28	126.94 ± 263.87	1684.16 ± 831.81	183.79 ± 287.64	1685.20 ± 868.28	160.57 ± 283.10	1482.33 ± 861.30	223.00 ± 376.31
Sweet	53.26 ± 50.30	15.01 ± 32.79	49.33 ± 40.59	10.98 ± 17.06	48.82 ± 41.95	9.69 ± 19.36	50.19 ± 39.49	12.98 ± 17.57	50.93 ± 42.89	11.39 ± 21.17	39.67 ± 42.80	22.89 ± 28.98
Fast food	33.22 ± 30.19	5.87 ± 13.12	52.37 ± 180.79	8.98 ± 45.36	35.91 ± 32.96	4.04 ± 9.53	51.61 ± 189.56	10.32 ± 47.76	48.85 ± 162.76	8.05 ± 41.01	23.46 ± 35.11	10.64 ± 20.52
Meat substitutes	7.29 ± 31.54	6.82 ± 29.90	7.07 ± 23.92	5.90 ± 21.57	4.72 ± 19.01	4.12 ± 17.94	8.68 ± 27.21	7.45 ± 24.73	4.09 ± 19.07	3.57 ± 17.84	61.00 ± 69.44	51.66 ± 65.98
Dressing	7.30 ± 9.70	1.67 ± 5.60	7.45 ± 8.15	1.39 ± 3.44	7.65 ± 9.36	1.08 ± 4.08	7.19 ± 7.76	1.62 ± 3.88	7.44 ± 8.24	1.35 ± 3.78	6.74 ± 14.73	3.37 ± 8.22
Alcohol	106.97 ± 188.40	16.12 ± 51.90	92.85 ± 140.56	14.32 ± 40.52	96.29 ± 166.46	14.25 ± 42.90	99.66 ± 147.12	16.37 ± 43.42	99.38 ± 152.71	14.90 ± 43.10	44.38 ± 129.26	12.54 ± 48.99
Snacks	9.98 ± 14.73	2.58 ± 8.44	9.94 ± 16.28	2.89 ± 9.15	9.56 ± 13.84	1.55 ± 5.21	10.27 ± 13.98	3.38 ± 9.47	9.32 ± 14.92	2.12 ± 7.08	21.13 ± 32.03	15.02 ± 27.88
Grains	3.17 ± 10.07	2.42 ± 9.05	2.88 ± 8.13	2.25 ± 6.82	2.26 ± 7.38	1.53 ± 5.86	3.31 ± 8.75	2.67 ± 7.73	2.60 ± 8.11	1.94 ± 6.80	9.18 ± 16.02	8.61 ± 15.33
Other fats §	3.38 ± 5.49	0.90 ± 2.75	3.44 ± 5.60	0.93 ± 2.70	3.08 ± 4.55	0.66 ± 2.32	3.47 ± 5.46	1.05 ± 2.86	3.31 ± 5.30	0.73 ± 2.13	5.56 ± 10.76	4.38 ± 8.56
Dairy substitutes||	19.09 ± 92.29	14.18 ± 76.74	34.61 ± 109.72	29.02 ± 102.37	19.56 ± 73.12	15.06 ± 64.59	36.71 ± 115.41	31.13 ± 106.81	22.86 ± 96.38	17.77 ± 87.76	169.04 ± 198.98	157.88 ± 184.33
Legumes	16.16 ± 26.03	6.58 ± 21.64	21.80 ± 48.30	12.08 ± 45.19	12.56 ± 23.68	4.57 ± 17.23	24.29 ± 48.71	14.05 ± 46.01	15.50 ± 27.99	5.82 ± 21.59	106.63 ± 160.16	97.03 ± 163.54
Soda	68.37 ± 172.91	8.22 ± 41.78	58.74 ± 136.93	5.26 ± 24.73	69.29 ± 171.33	4.72 ± 24.86	58.14 ± 133.24	7.03 ± 31.61	62.51 ± 146.06	5.45 ± 25.60	37.74 ± 130.09	16.07 ± 84.76

* Including pasta, white rice, muesli, semolina and breakfast cereals; † Including wholegrain bread, wholegrain rice and wholegrain pasta; ‡ Including coffee, tea, chicory, hot chocolate and water; § Including mayonnaise, fresh cream, vegetal fresh cream; || Including soy yogurt, vegetal-based cheese, vegan fresh cheese, soy milk; ¶ As the question was optional, the (not weighted) sample size was 24,768. **As a question was optional the (not weighted) sample size was 25,264.



© 2015 by the authors; licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons by Attribution (CC-BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

PARTIE II :
CARACTERISTIQUES ET
PROFILS ALIMENTAIRES
DES CONSOMMATEURS DE
BIO

I. Caractéristiques liées au mode de vie, aux connaissances des recommandations nutritionnelles et à l’historique des maladies selon les fréquences de consommation de bio

A. Introduction

Afin d’évaluer les potentiels effets de la consommation de produits bio sur la santé, il est important d’identifier précisément les facteurs de confusion dans la relation bio et santé. Lors d’un premier travail réalisé sur un échantillon d’adultes de la cohorte NutriNet-Santé (Kesse-Guyot, Péneau, et al. 2013), il a été montré que comparés aux non-consommateurs, les consommateurs de bio réguliers avaient en moyenne un niveau d’éducation plus élevé, un Indice de Masse Corporel (IMC) plus bas, pratiquaient davantage d’activité physique, respectaient davantage les recommandations nutritionnelles officielles du PNNS. Toutefois, certaines caractéristiques n’ont été que très rarement ou pas décrites. En particulier, leurs traits/habitudes alimentaires et l’état de santé de ces consommateurs ont fait l’objet de peu d’études. Cette étude transversale visait à étudier la relation entre des traits liés au mode de vie, à l’alimentation et à la santé et la fréquence de consommation de bio. *L’objectif était d’identifier les facteurs associés à la consommation de produits bio chez les participants de l’étude de cohorte NutriNet-Santé.*

B. Méthodes

Les données ont été collectées chez 54 283 participants de l’étude NutriNet-Santé à l’aide de questionnaires auto-administrés sur Internet. Les consommations alimentaires ont été obtenues à partir de trois enregistrements de 24h. Différents groupes de consommateurs se différenciant par rapport à leur attitude à l’égard du bio ont été identifiés. Pour cela, une analyse des correspondances multiples a été réalisée sur 8 modalités de réponse à 18 questions concernant la consommation de produits bio suivie d’une analyse de classification hiérarchique (questionnaire décrit dans la partie II.C.1 de la section « Sujets et Méthodes »). Les analyses ont été réalisées par sexe et les consommateurs de bio

occasionnels et réguliers ont été comparés aux non-consommateurs au moyen de régressions logistiques permettant de fournir les Rapports de Cotes (RC) et les Intervalles de Confiance à 95% (IC_{95%}).

C. Résultats

Après ajustement sur les facteurs socio-économiques, comparés aux non-consommateurs de bio, les consommateurs de bio réguliers avaient plus tendance à être végétariens (RC=9,93, IC_{95%}=7,42-13,29 chez les femmes et RC=13,07, IC_{95%}=7,00-24,41 chez les hommes), végétaliens (RC =7,91, IC_{95%}=3,84-16,28 chez les femmes et RC=4,57, IC_{95%}=1,51-13,86 chez les hommes), à être utilisateurs de compléments alimentaires (RC =2,84, IC_{95%}=2,65-3,04 chez les femmes et RC =2,94, IC_{95%}=2,58-3,34 chez les hommes), à suivre un régime pour « rester en forme » (RC =1,66, IC_{95%}=1,48-1,87 chez les femmes et RC=2,14, IC_{95%}=1,72-2,65 chez les hommes) et avaient moins tendance à suivre un régime amaigrissant (RC=0,80, IC_{95%}=0,75-0,85 chez les femmes et RC=0,80, IC_{95%}=0,69-0,92 chez les hommes).

Comparés aux non-consommateurs, les consommateurs de bio réguliers avaient moins tendance à connaître les recommandations nutritionnelles liées aux produits d'origine animale (RC=0,37 ; IC_{95%}=0,34-0,40 chez les femmes et RC=0,41 ; IC_{95%}=0,36-0,47 chez les hommes pour la recommandation concernant la viande et le poisson et les œufs) et plus tendance à connaître celles liées aux produits d'origine végétale (RC>1). Chez les femmes connaissant les recommandations, les consommatrices de bio régulières les suivaient davantage (excepté celle relative aux fruits et légumes).

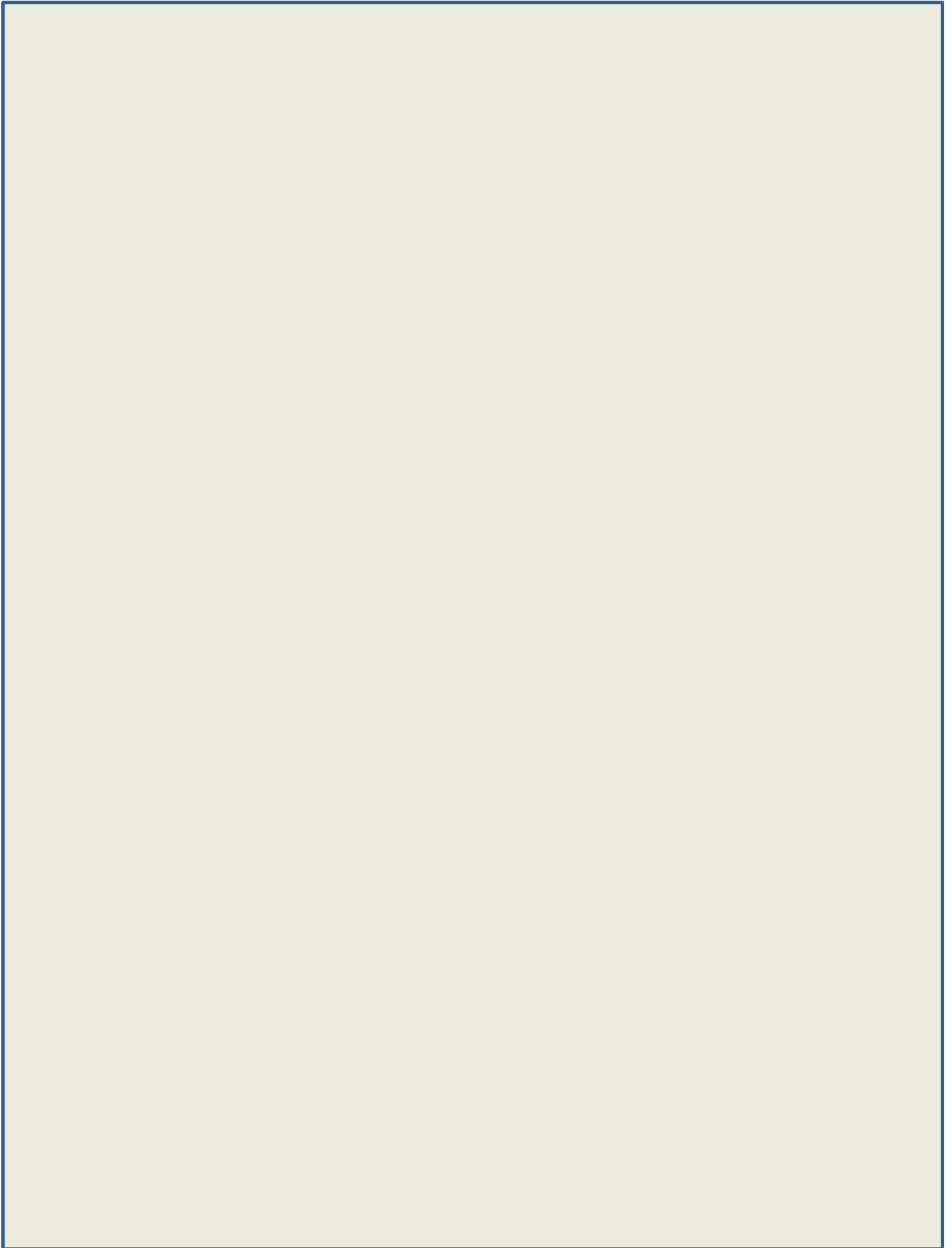
Les consommateurs de bio réguliers avaient plus souvent déclaré souffrir d'allergies alimentaires (RC =1,99 ; IC_{95%}=1,69-2,33 chez les femmes et RC=1,82 ; IC_{95%}=1,15-2,87 chez les hommes) et présentaient moins souvent un diabète de type II (RC =1,66 ; IC_{95%}=1,48-1,87 chez les femmes et RC=2,14 ; IC_{95%}=1,72-2,65 chez les hommes) et une hypertension (RC =0,57 ; IC_{95%}=0,50-0,65 chez les femmes et RC=0,57 ; IC_{95%}=0,46-0,69 chez les hommes). Les hommes qui consommaient bio régulièrement avaient moins souvent développé une maladie cardiovasculaire par le passé (RC=0,50 ; IC_{95%}=0,36-0,69) et les femmes qui consommaient bio avaient plus souvent développé de cancer par le passé (RC=1,29 ; IC_{95%}=1,13-1,48).

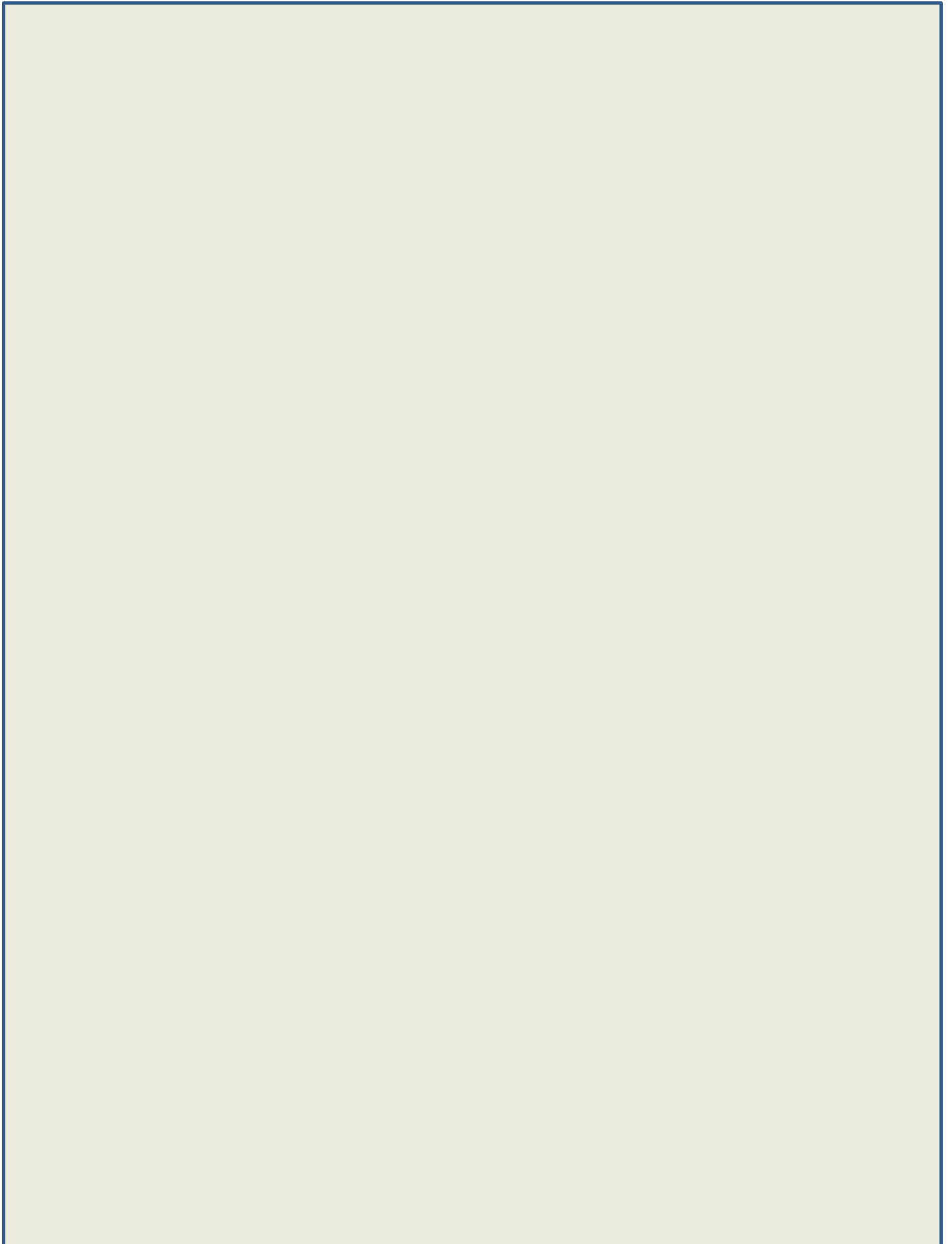
Ces résultats ont mis en évidence des caractéristiques spécifiques associées à la consommation régulière de produits bio qu'il s'agisse des comportements alimentaires, des connaissances nutritionnelles ou de

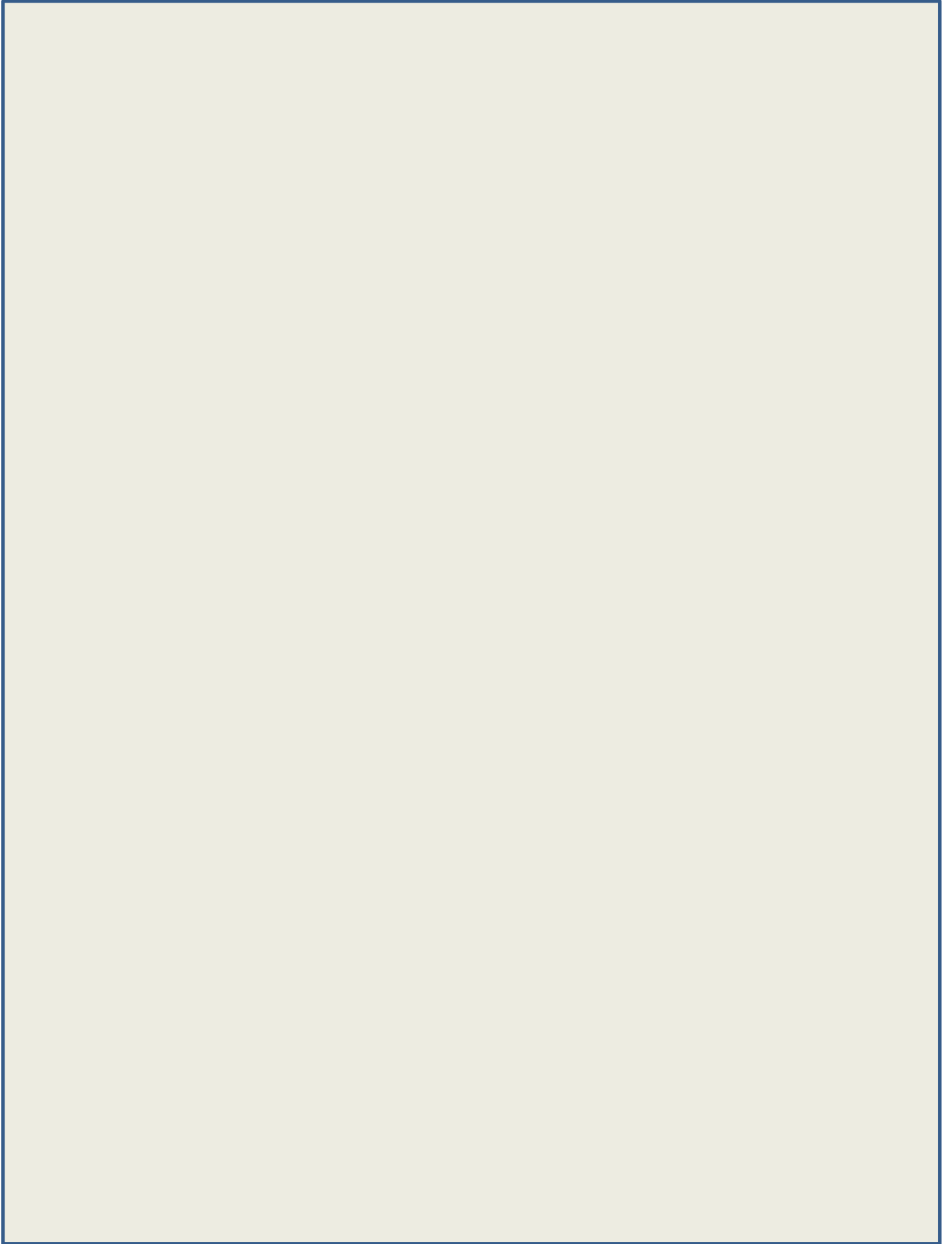
l'historique de maladies. Ces résultats pourront être utilisés dans les futures études examinant les associations entre les produits bio et la santé et soulignent l'importance de prendre en compte tous les facteurs de confusion.

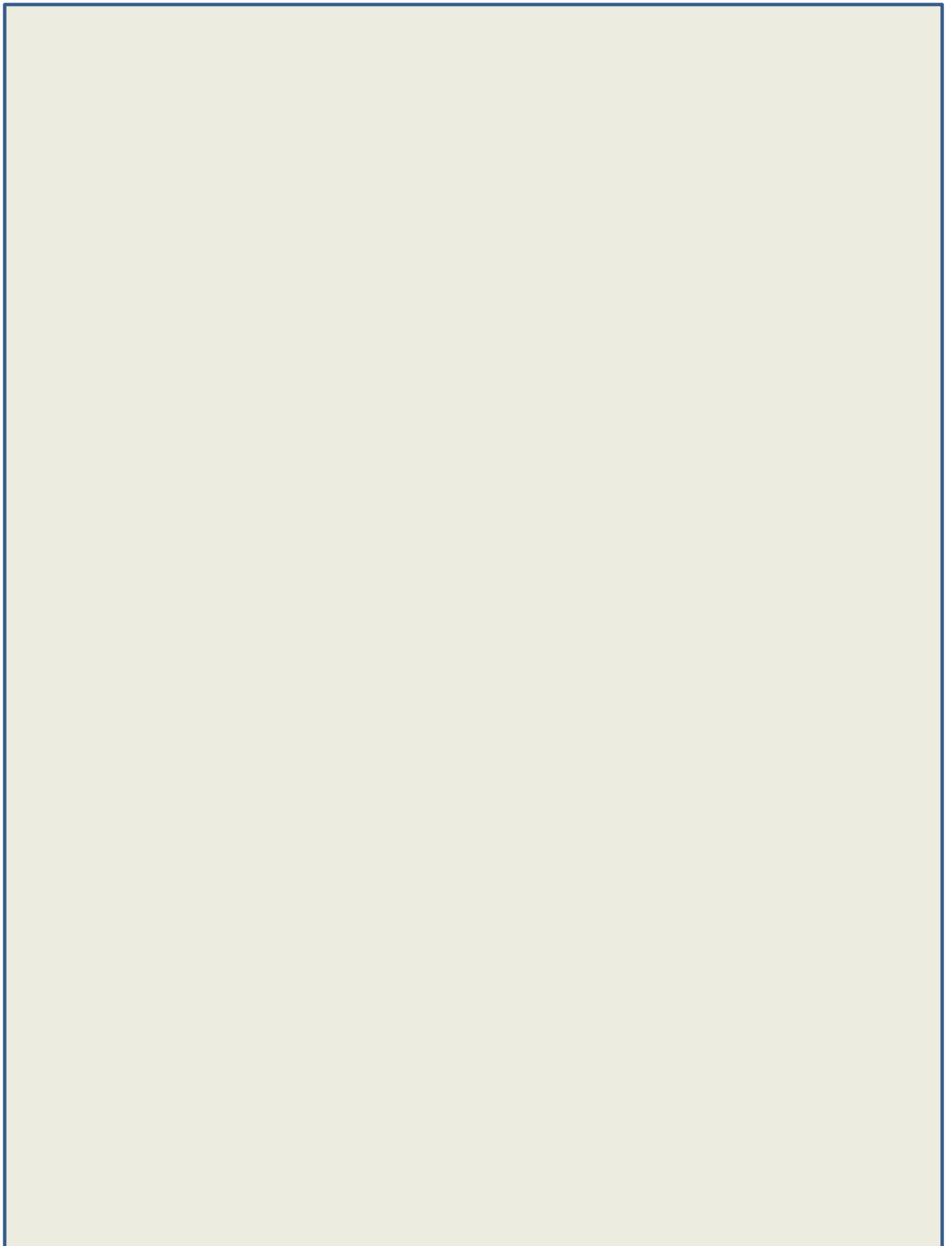
Ce travail a fait l'objet d'une publication (article 2).

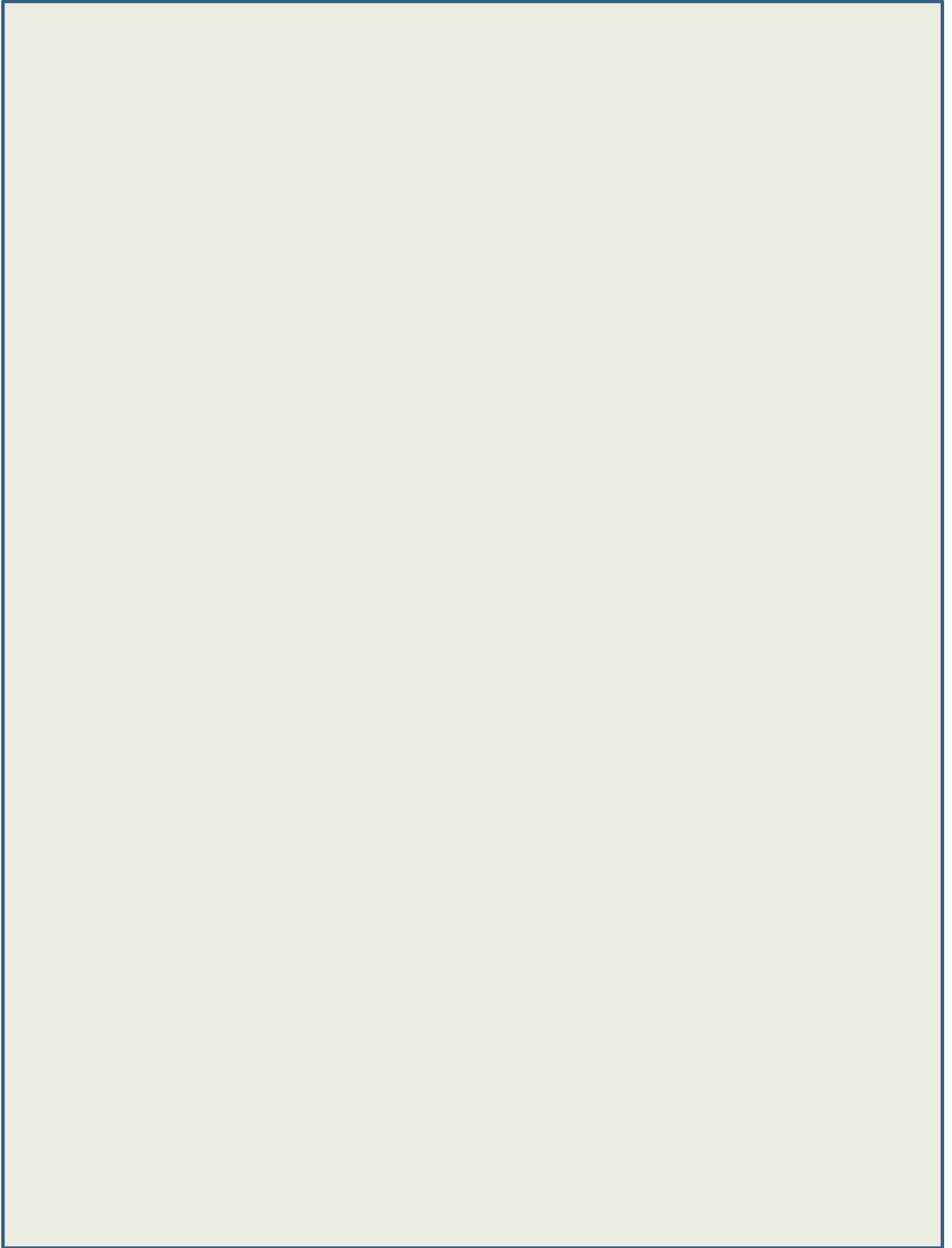
Baudry J., Méjean C., Péneau S., Galan P., Hercberg S., Lairon D. & Kesse-Guyot E. (2015). Health and dietary traits of organic food consumers: results from the NutriNet-Santé study. *British Journal of Nutrition*, 114(12), 2064-2073.

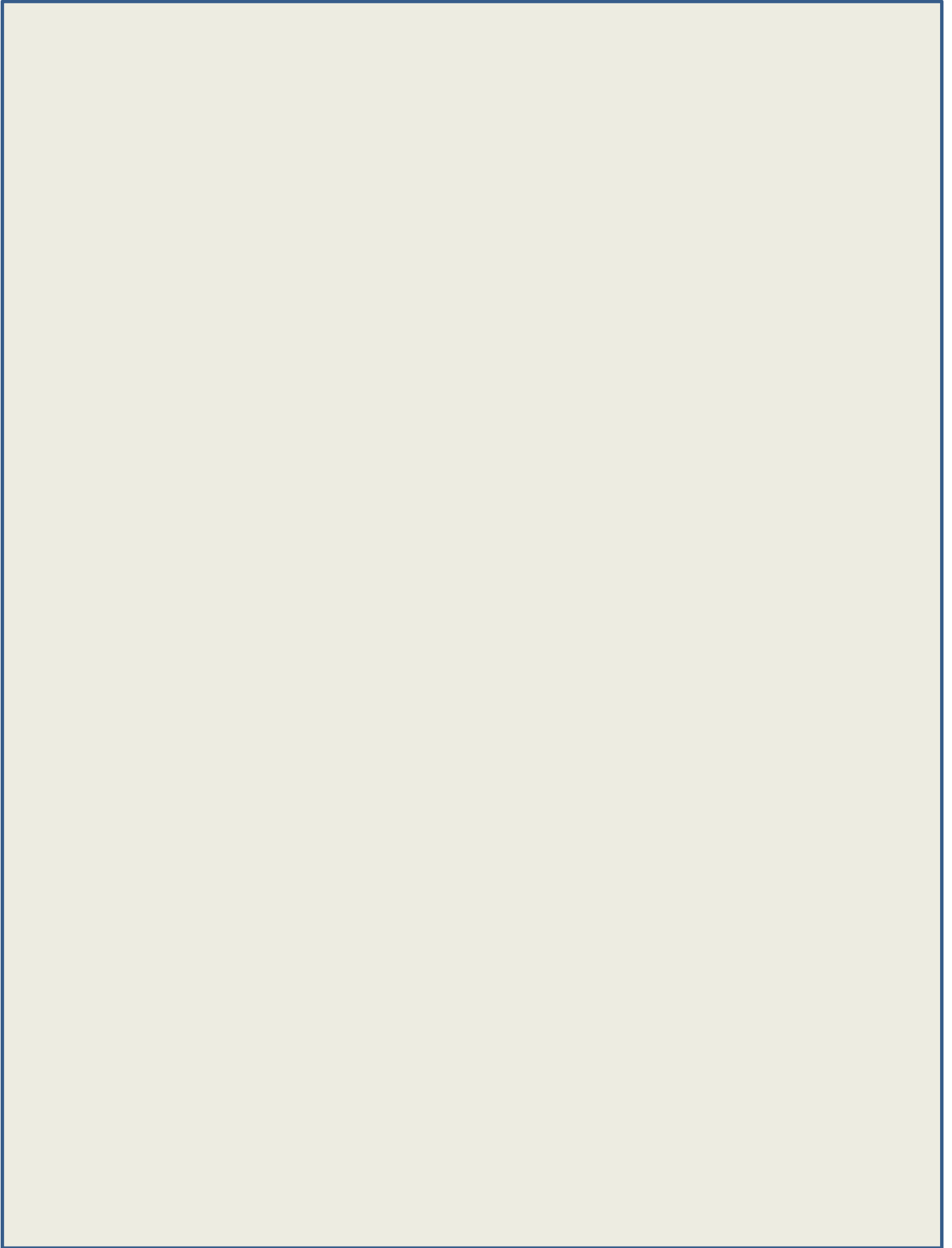


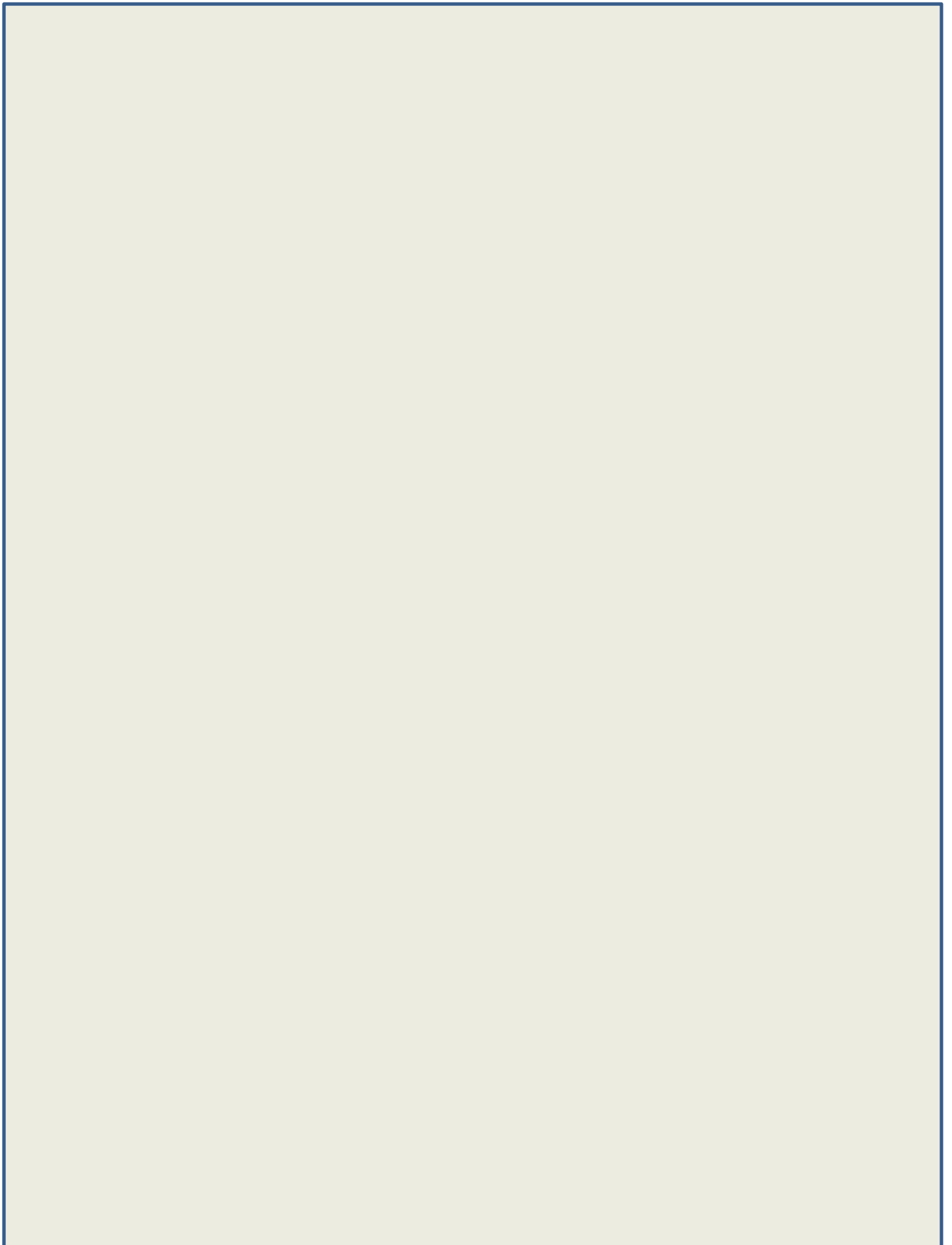


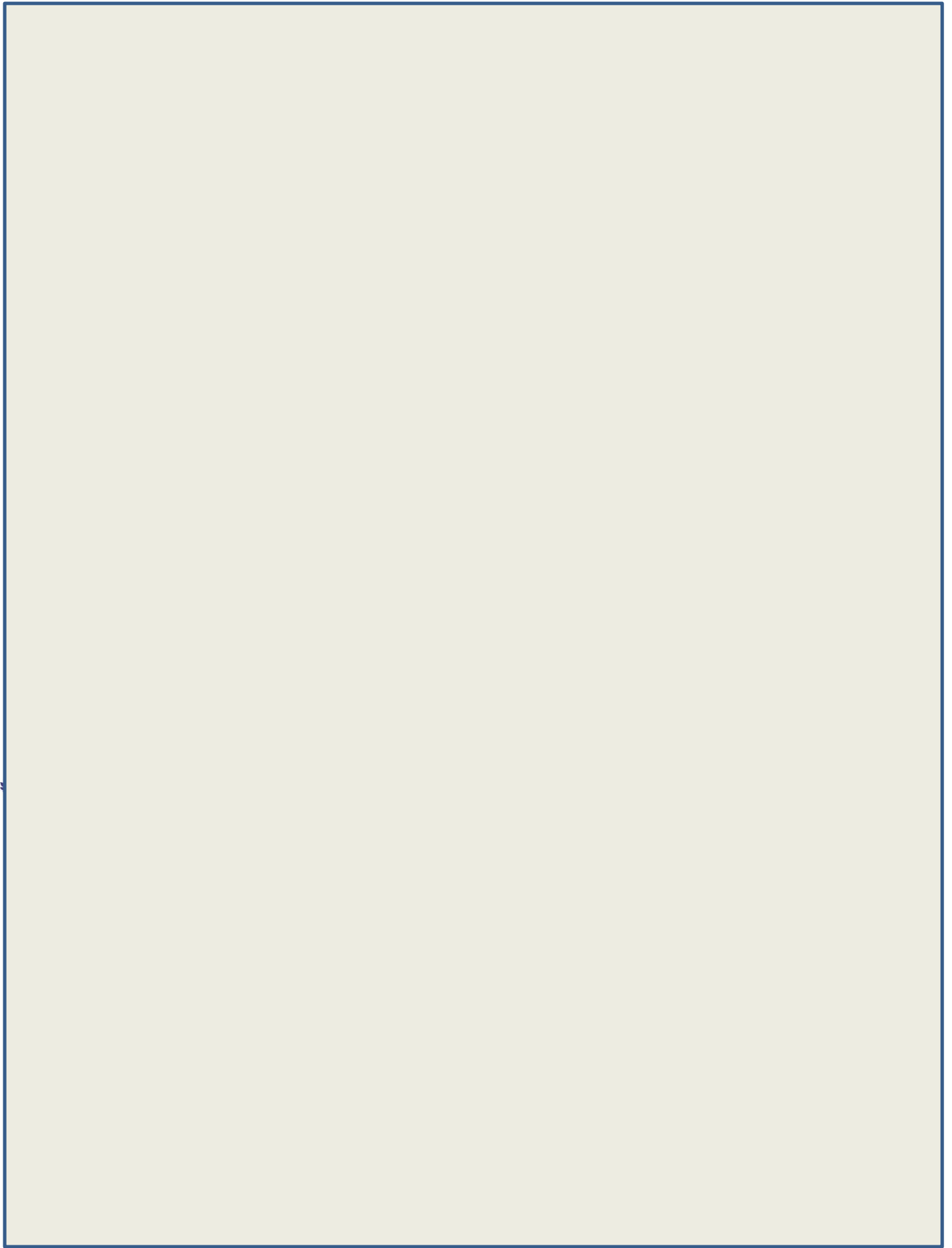


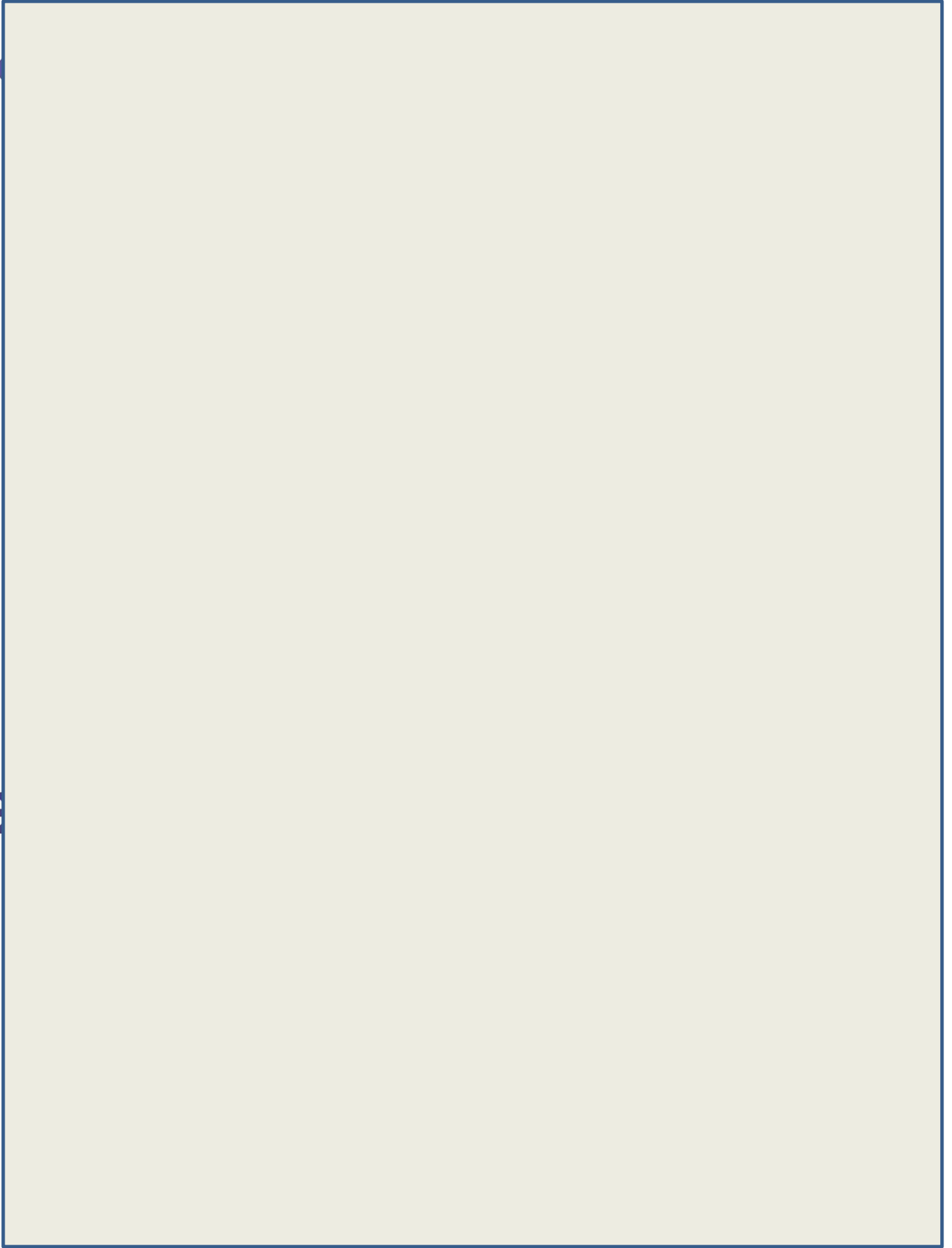


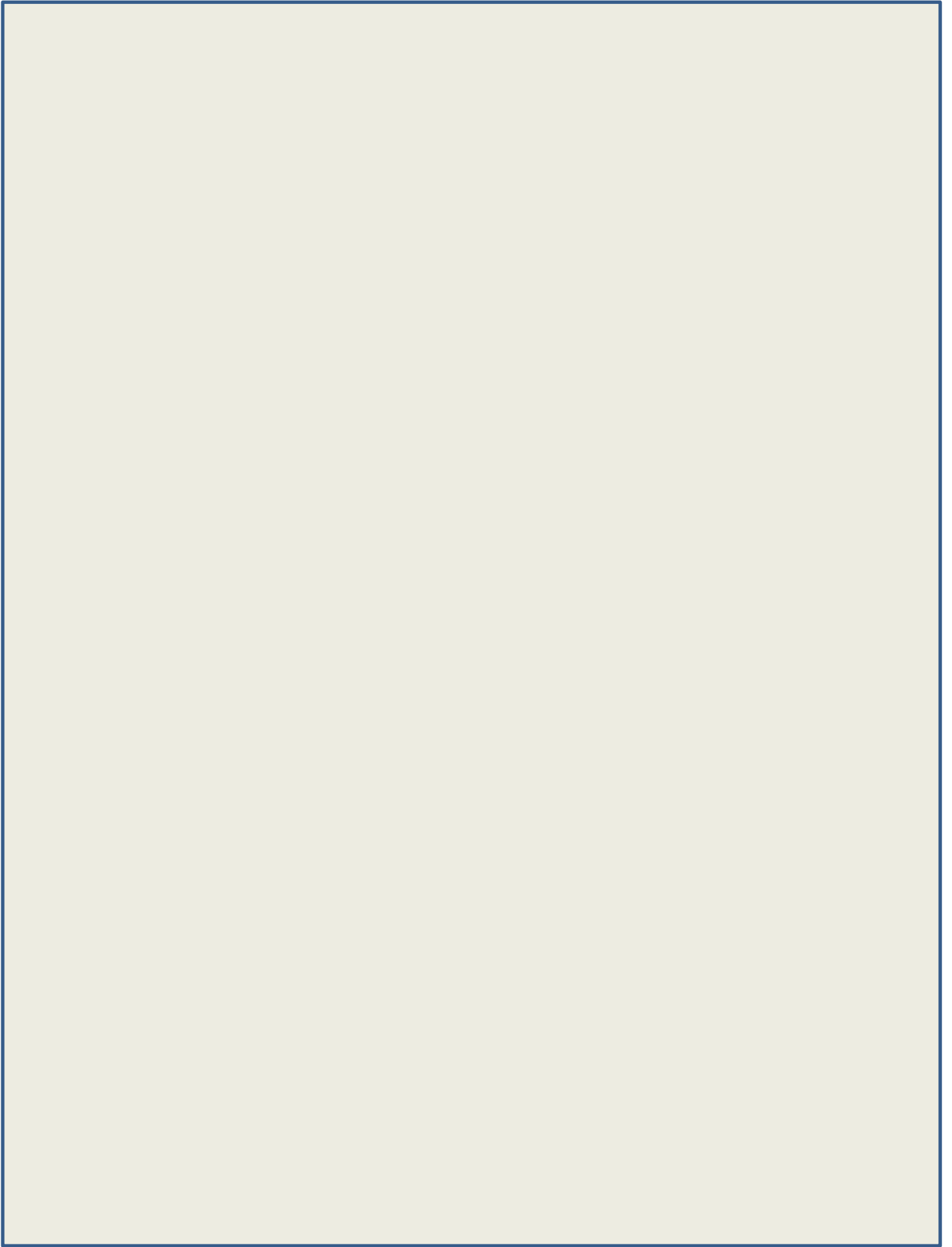












II. Caractéristiques nutritionnelles et qualité globale de l'alimentation associées à différents niveaux de consommation de bio

A. Introduction

Les consommateurs sont de plus en plus préoccupés par la qualité de leur alimentation. En France, cette inquiétude se traduit notamment par une augmentation de la consommation des produits bio (Agence Bio 2016). Ces derniers apparaissent pour les consommateurs comme meilleurs pour la santé même si les études sur les effets sur la santé de ce type d'aliments sont encore lacunaires. De rares études en population générale (Eisinger-Watzl et al. 2015; Kesse-Guyot, Péneau, et al. 2013) rapportent des modes de vie plus sains chez les consommateurs de bio. Peu d'études ont investigué l'association entre consommation alimentaire, apports en nutriments, qualité du régime et différents niveaux de consommation de bio (afin de distinguer l'effet « mode de production » de l'effet « régime ») alors qu'il s'agit de facteurs de confusion très importants dans la relation consommation de bio et santé. En outre, les habitudes alimentaires d'individus ayant des parts de bio intermédiaires dans leur régime n'ont fait que peu l'objet d'études. *Dans ce contexte, l'objectif de cette étude était d'évaluer les apports alimentaires et la qualité nutritionnelle de la diète selon différents niveaux de consommation de bio dans un large échantillon d'adultes en s'appuyant sur des données alimentaires détaillées.*

B. Méthodes

Les données ont été collectées au moyen de questionnaires auto-administrés sur Internet chez 28 245 individus de l'étude NutriNet-Santé. Les consommations alimentaires en bio et conventionnel ont été obtenues à l'aide du FFQ bio. Les analyses ont été redressées selon les données INSEE de la population française sur le sexe et sur les caractéristiques sociodémographiques. Les individus ont été classés en 5 groupes (quintiles redressés, Q) suivant la proportion de bio dans leur régime alimentaire (sans prendre en compte l'eau). Afin d'évaluer la qualité nutritionnelle du régime, deux scores de qualité nutritionnelle ont été adaptés au FFQ bio : le mPNNS-GS qui mesure l'adéquation aux recommandations du PNNS

(hors activité physique) et le PANDiet qui estime la probabilité d'apports en nutriments adéquats (scores décrits dans la partie II.C.3 de la section « Sujets et Méthodes »).

Les relations entre les niveaux de consommation de bio et les consommations alimentaires et la qualité du régime ont été analysées à l'aide de modèles d'analyse de covariance (ANCOVA) ajustés sur le sexe, l'âge et l'apport énergétique et en utilisant la correction de Bonferroni. Les valeurs de p se réfèrent au test de contraste linéaire pour les variables continues et au test de tendance de Cochran-Mantel-Haenszel du Chi² pour les variables catégorielles. Les moyennes (\pm erreur type de la moyenne) sont présentées.

Une analyse supplémentaire a été réalisée afin d'estimer les associations entre la qualité nutritionnelle du régime, reflétée par le mPNNS-GS (variable dépendante présentée en continu) et la part relative de la consommation de bio présentée en continu, stratifiées sur différents facteurs sociodémographiques et économiques. Les modèles étaient ajustés sur les variables sociodémographiques et du mode de vie et les estimateurs β (IC_{95%}) ont été calculés.

C. Résultats

1) Apports nutritionnels et qualité globale du régime

Une augmentation de la proportion de produits bio dans le régime était associée à une augmentation de la consommation de produits d'origine végétale alors qu'une association inverse était observée pour les produits d'origine animale. Les substituts aux produits d'origine animale étaient très consommés par les sujets du Q5 (ceux ayant la plus grande part de bio dans le régime) tandis que les individus du Q4 présentaient les plus forts apports en produits de la mer et œufs et ceux du Q3 en alcool et *fast food*.

Une augmentation de la part de produits bio dans le régime était associée à une meilleure qualité nutritionnelle du régime alimentaire (scores de PNNS-GS et du PANDiet plus élevés). Les scores étaient compris entre $7,89 \pm 0,02$ (Q1) et $8,78 \pm 0,02$ (Q5) pour le PNNS-GS et allaient de $63,04 \pm 0,11$ (Q1) à $69,27 \pm 0,10$ (Q5) pour le PANDiet. Les consommateurs de bio intermédiaires respectaient davantage les recommandations spécifiques aux produits d'origine animale.

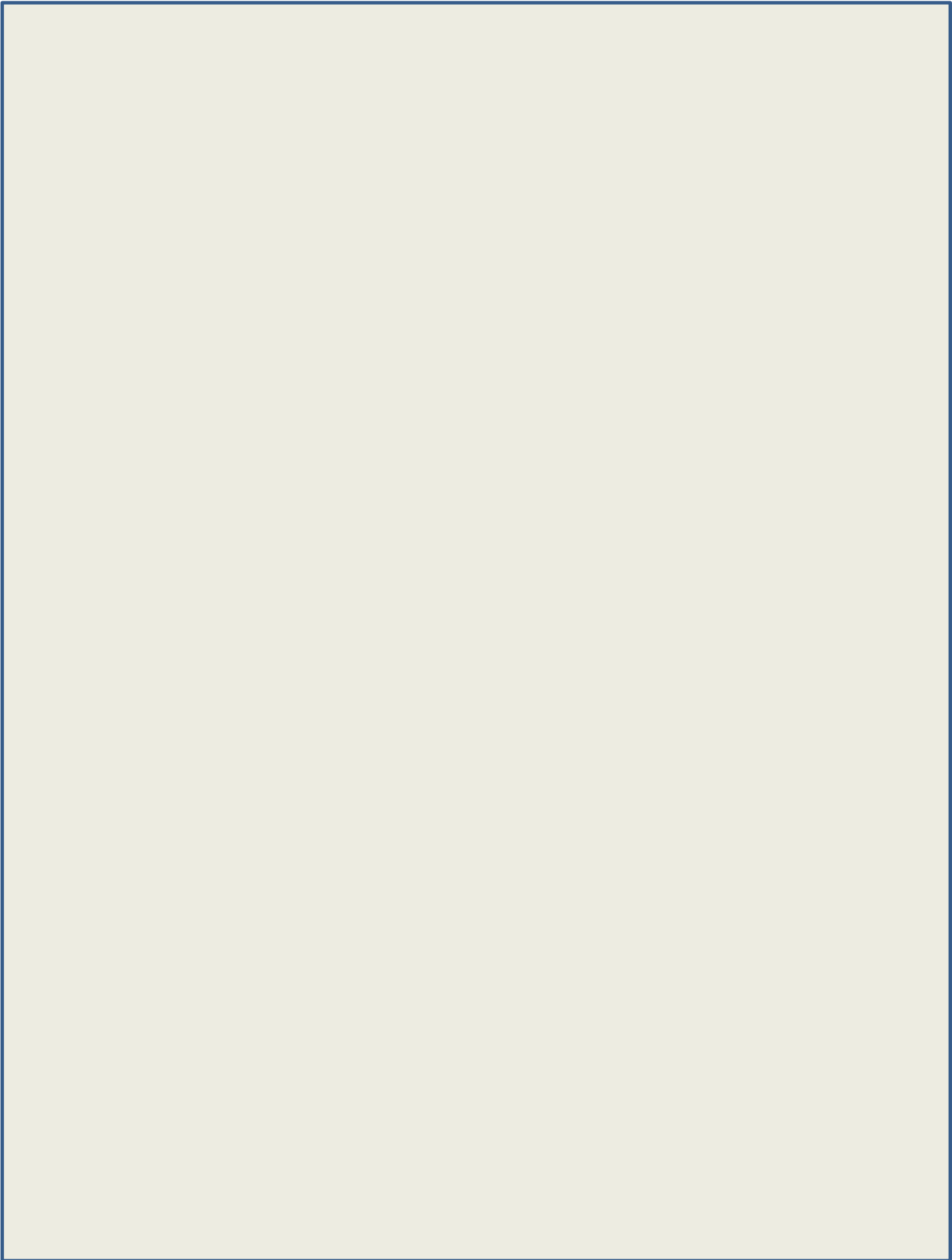
2) Modulation des effets

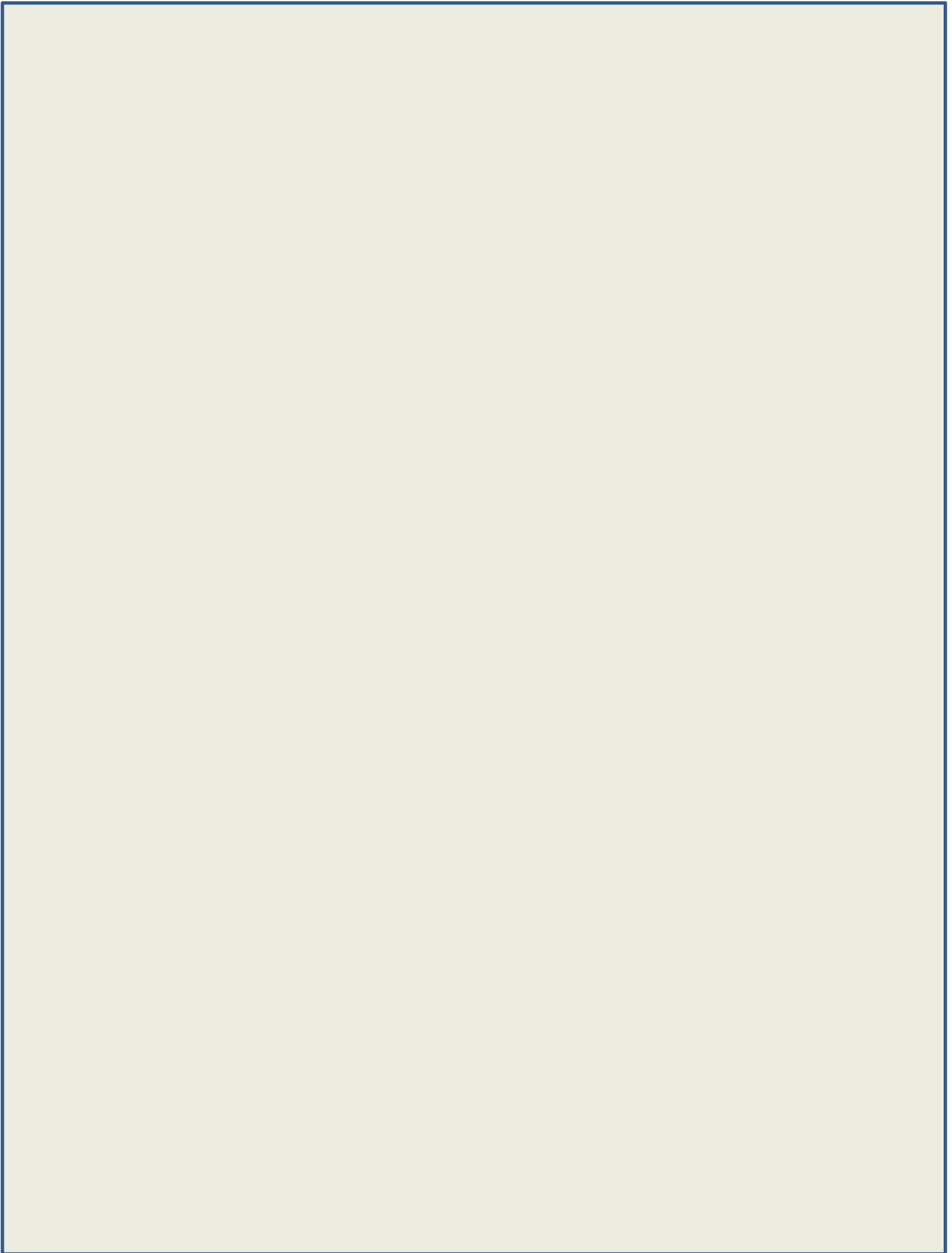
Concernant les analyses stratifiées sur différents facteurs socioéconomiques, on constate une association positive entre la qualité du régime et la part relative de produits bio (en continu) dans le régime dans chacun des groupes étudiés. Toutefois, la force des associations variait selon les sous-groupes considérés : allant de $\beta_{\text{fumeurs}}=0,53$; $IC_{95\%}=0,25-0,80$ à $\beta_{\text{revenus 1800-2700€}}=1,40$; $IC_{95\%}=1,26-1,54$.

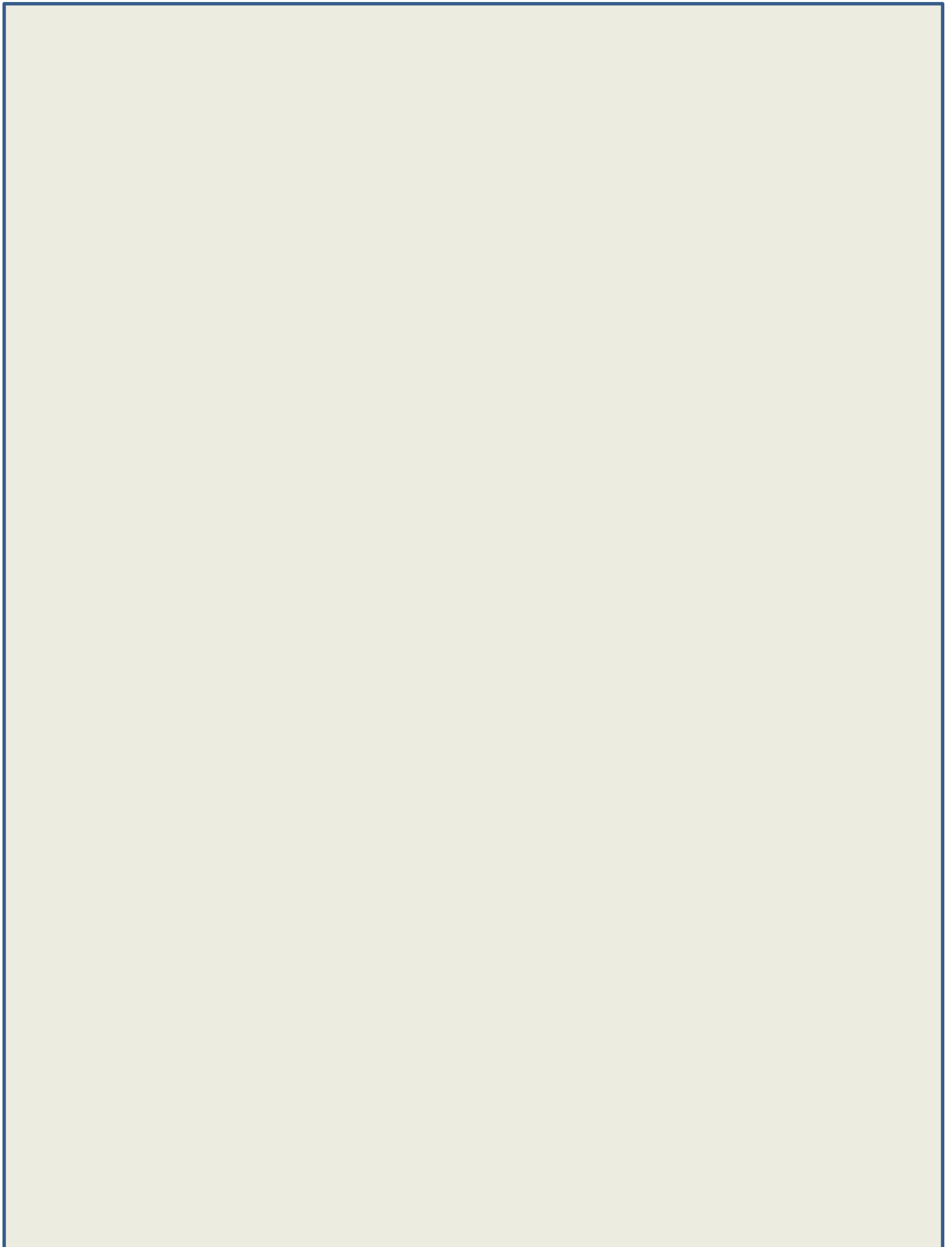
Un régime bio était ainsi caractérisée par une place importante donnée aux produits végétaux et répondrait en ce sens davantage à la définition d'un régime alimentaire durable.

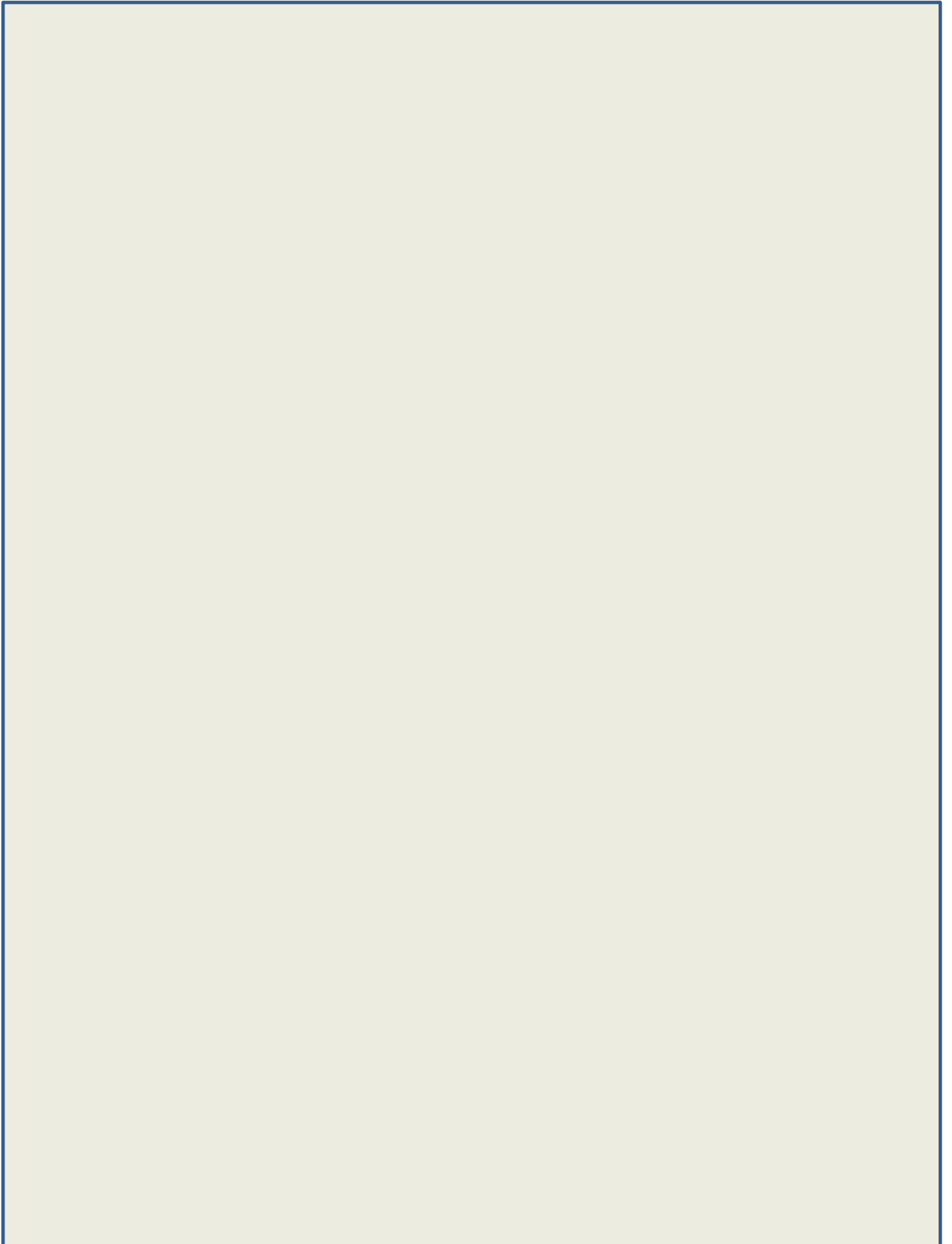
Ce travail a fait l'objet d'une publication (article 3).

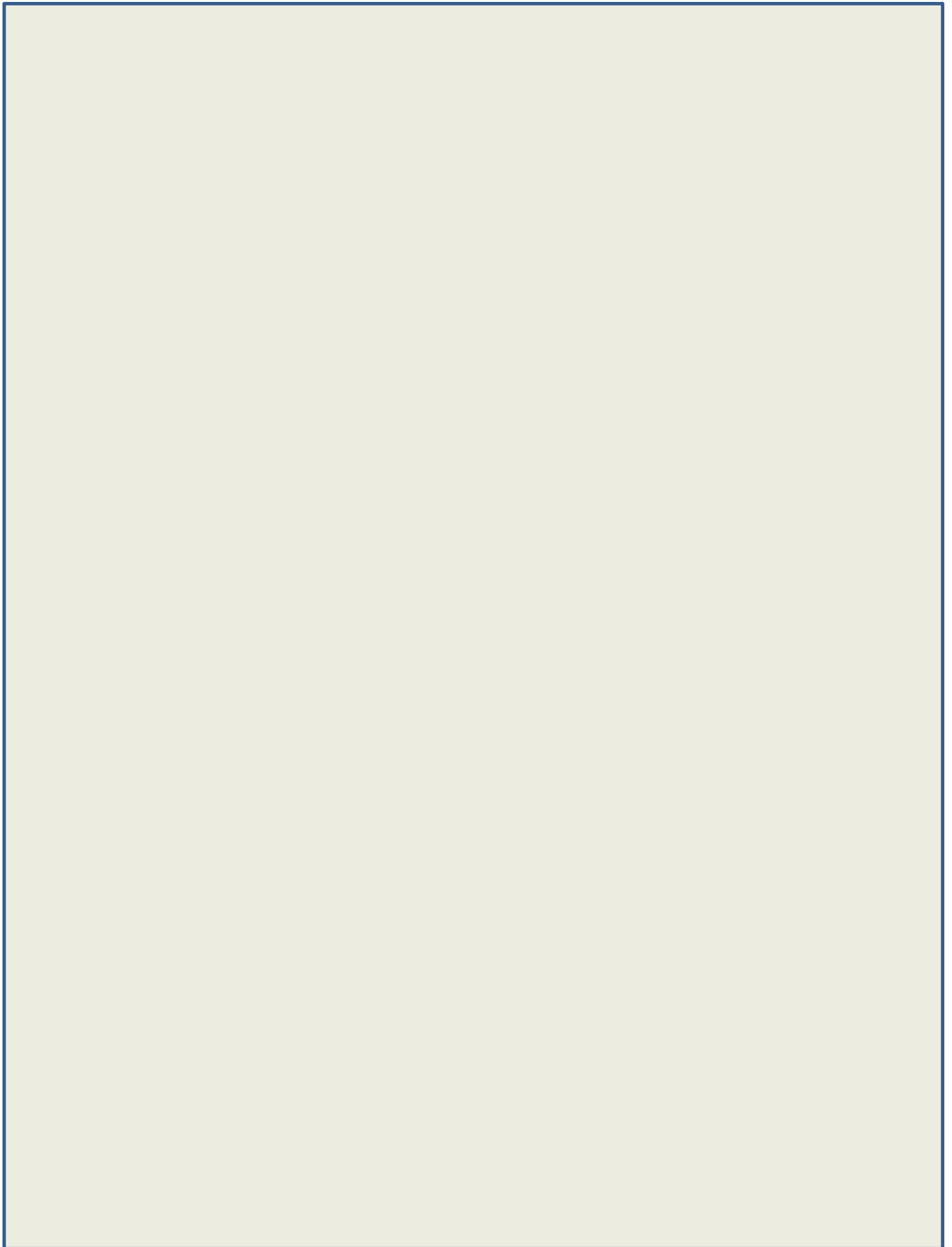
Baudry J., Allès B., Péneau S., Touvier M., Méjean C., Hercberg S., Galan P., Lairon D. & Kesse-Guyot E. Dietary Intakes and diet quality according to levels of organic food consumption by French adults: cross-sectional findings from the NutriNet-Santé Cohort Study. *Public Health Nutrition* (Sous presse)

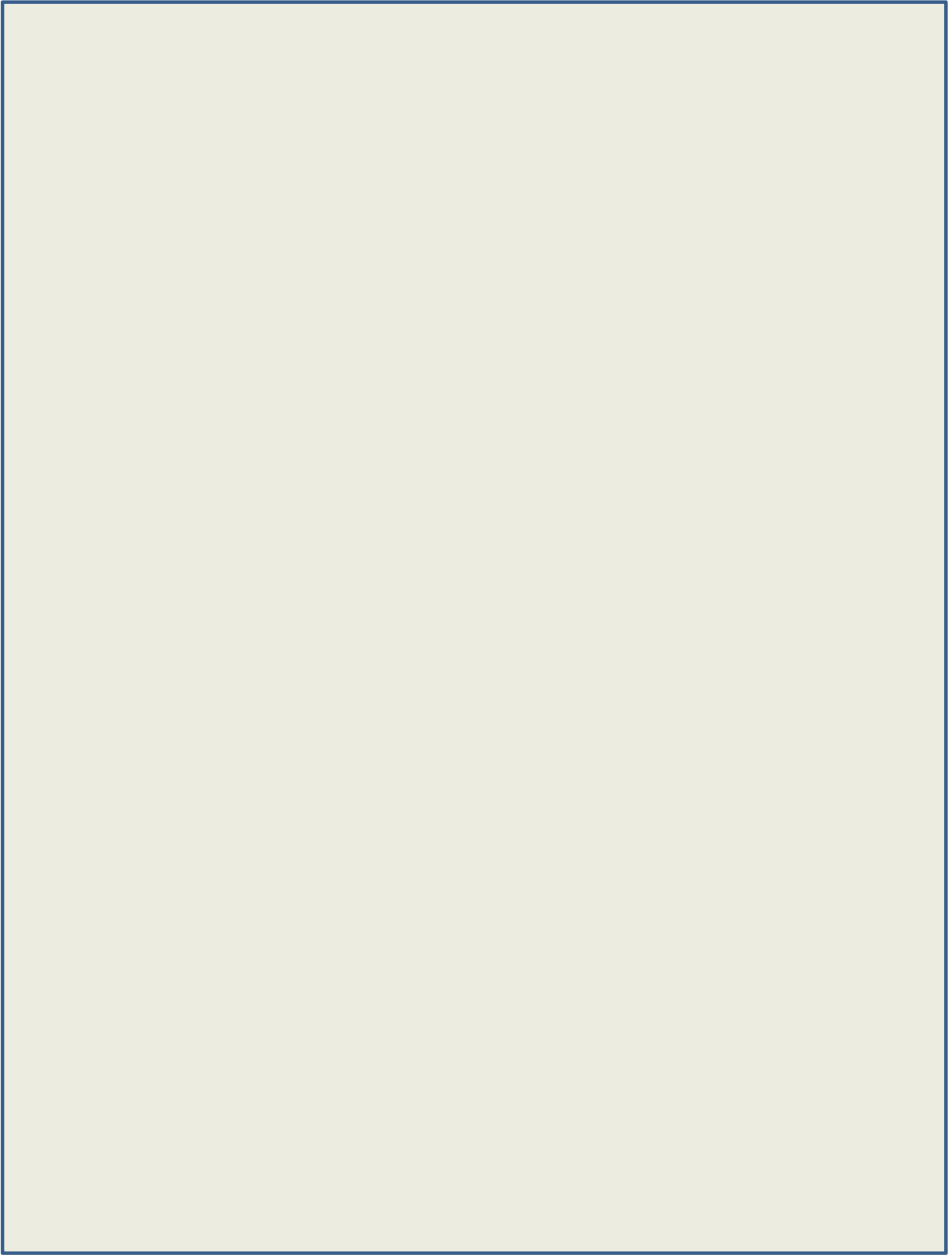


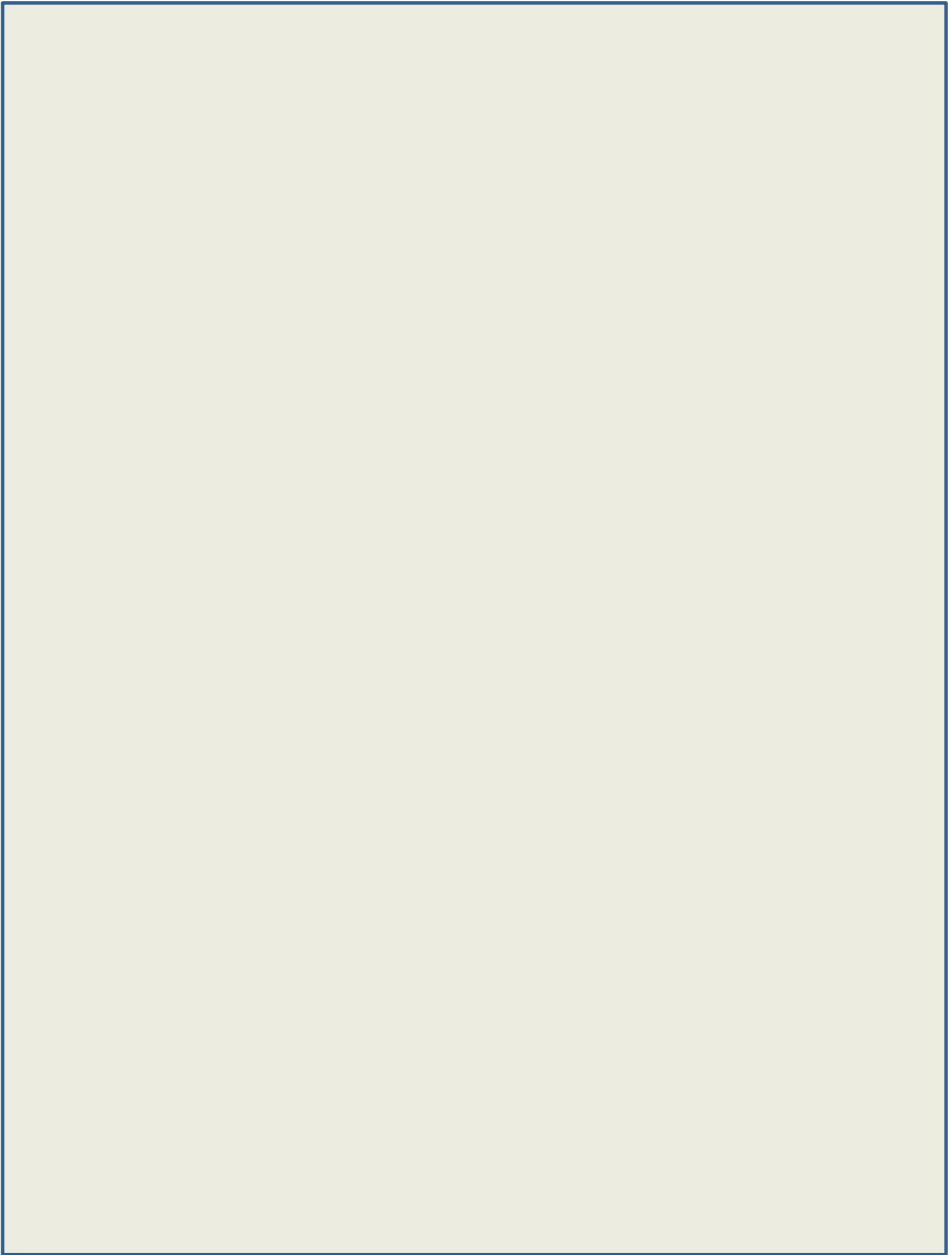


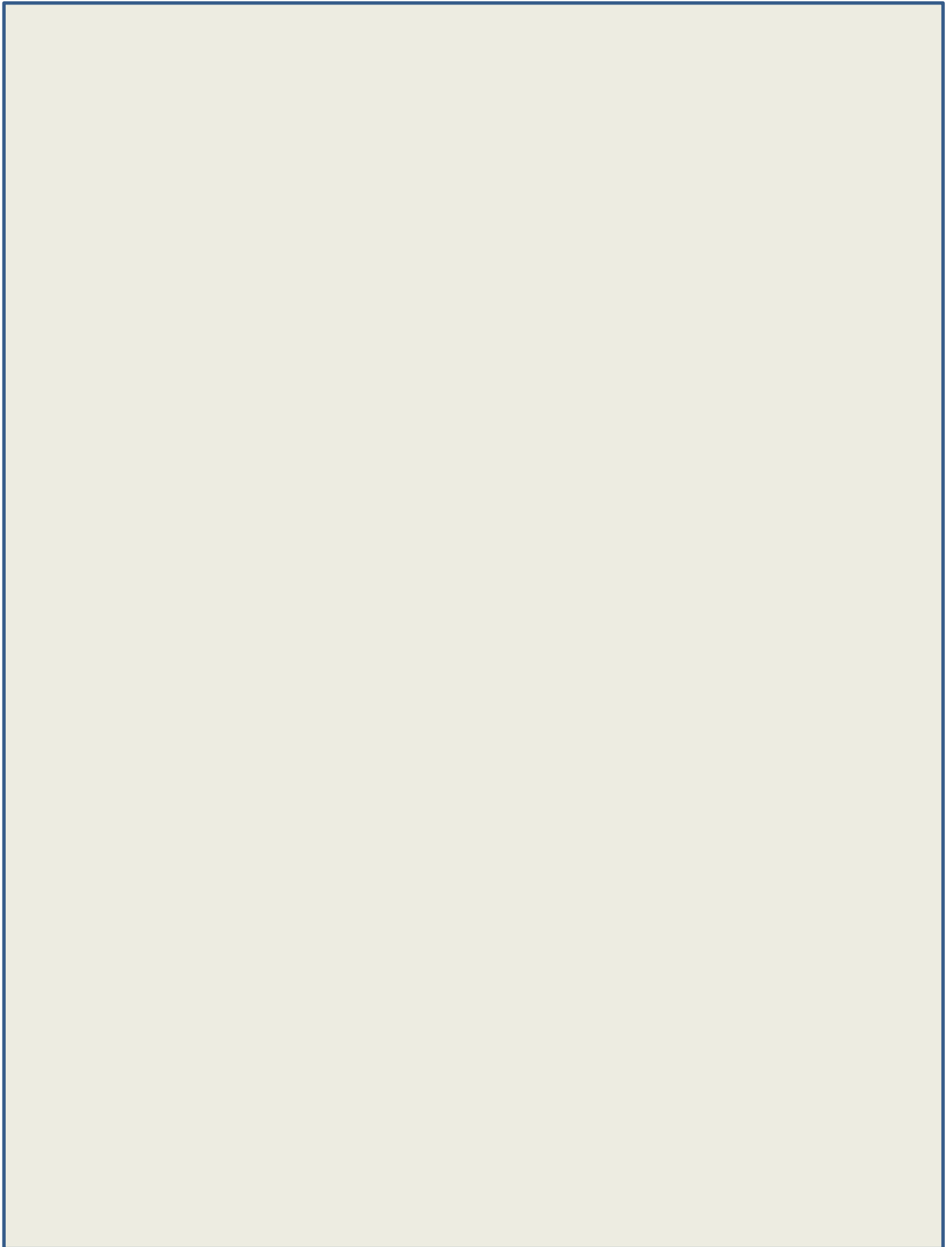


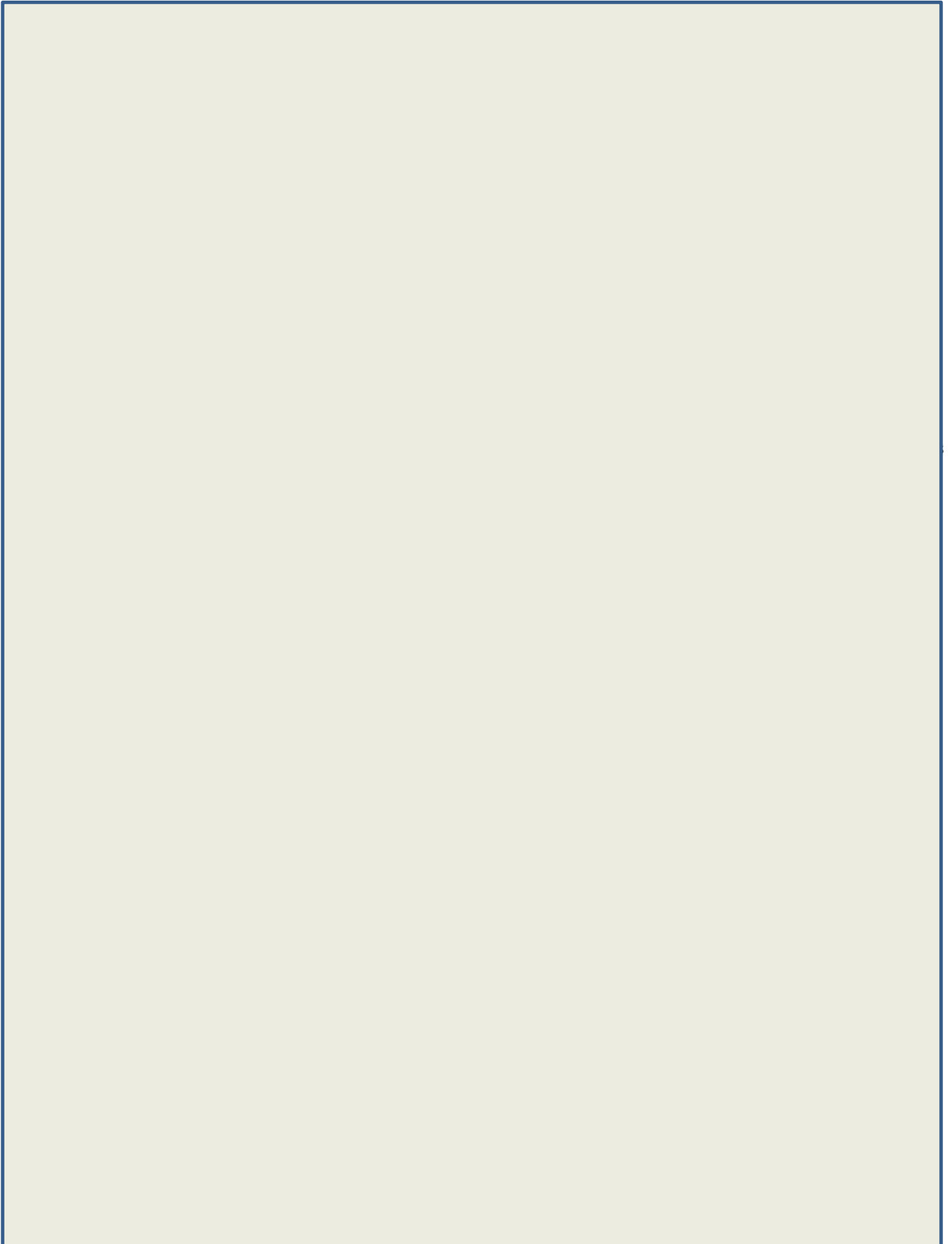


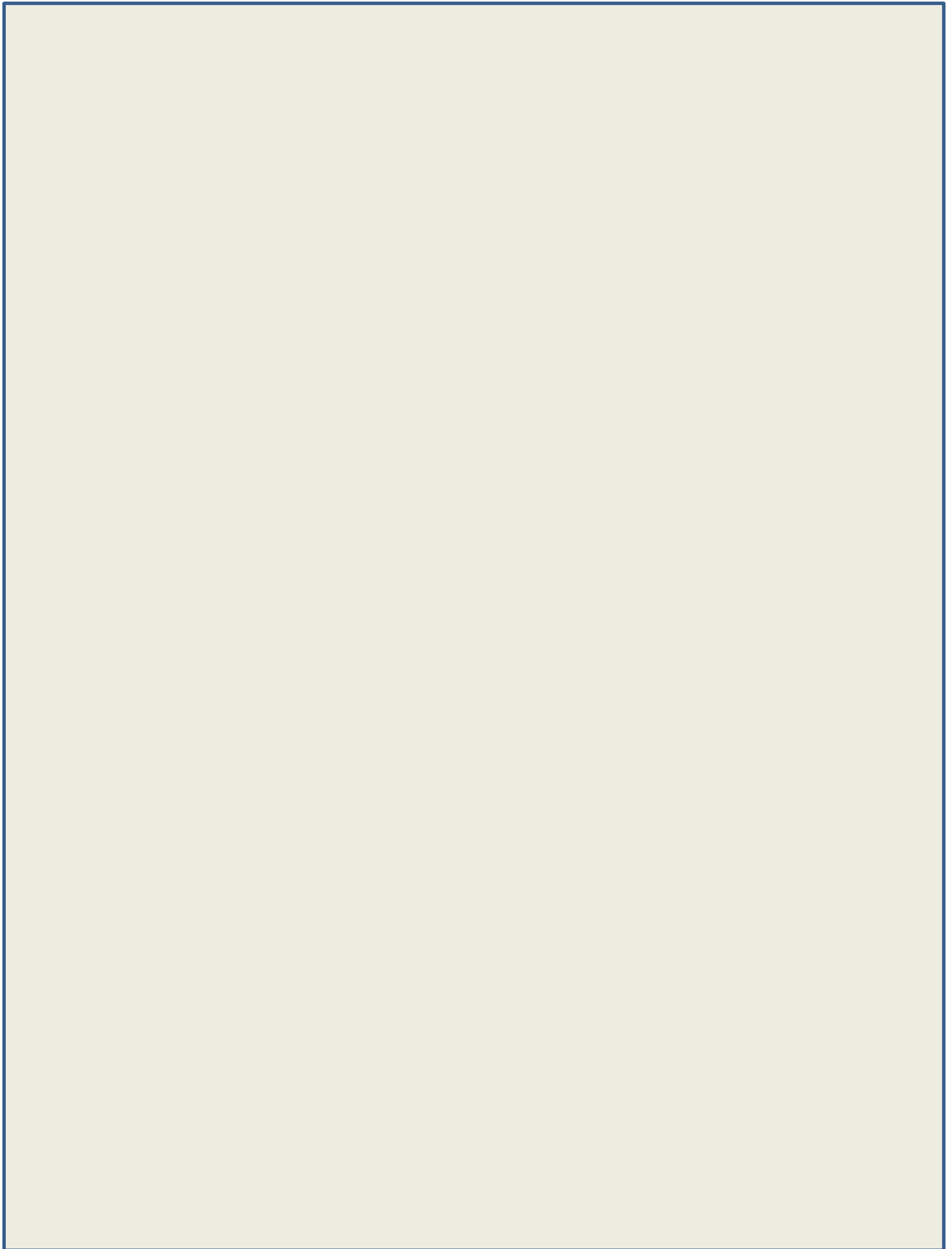


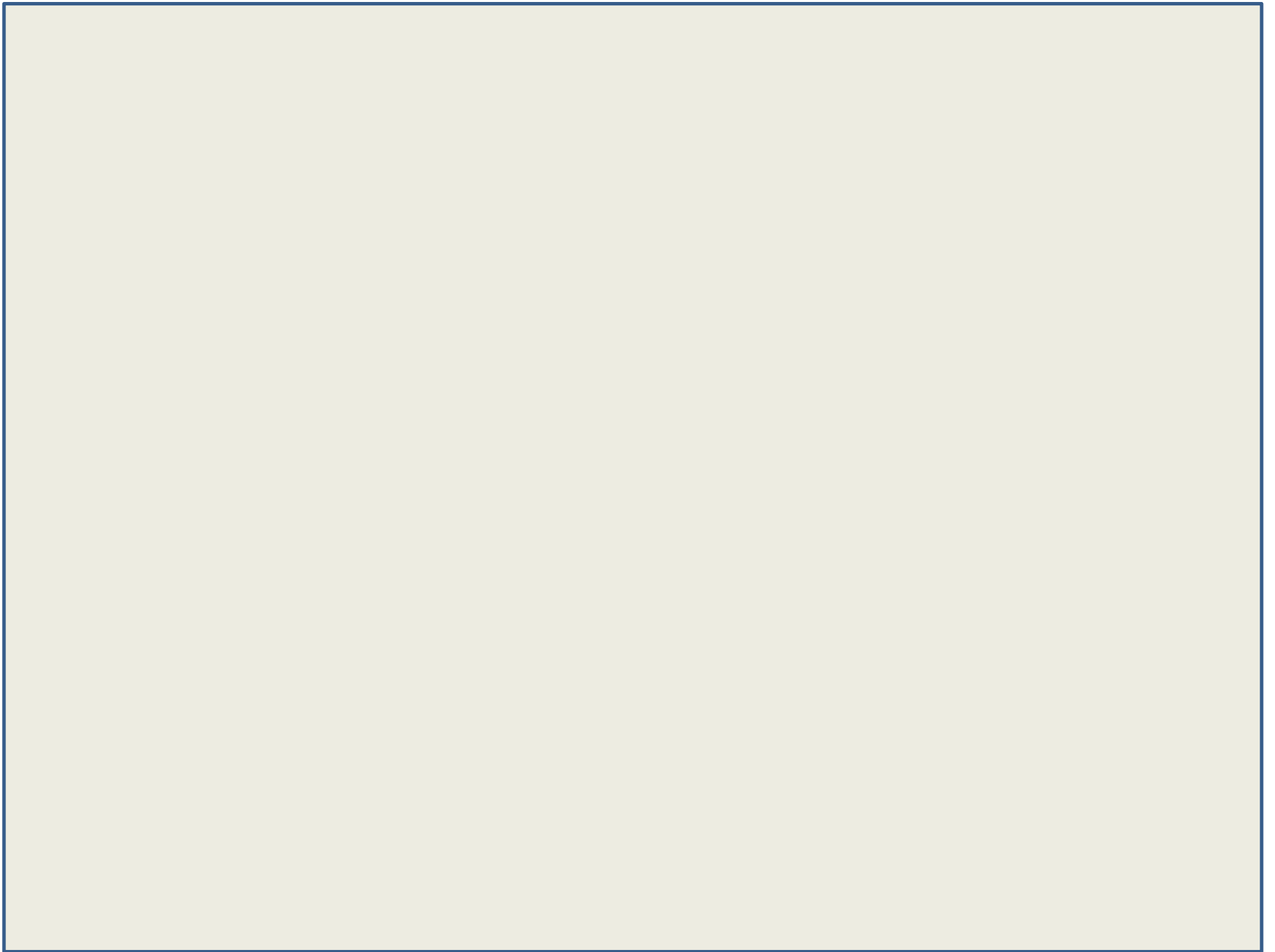


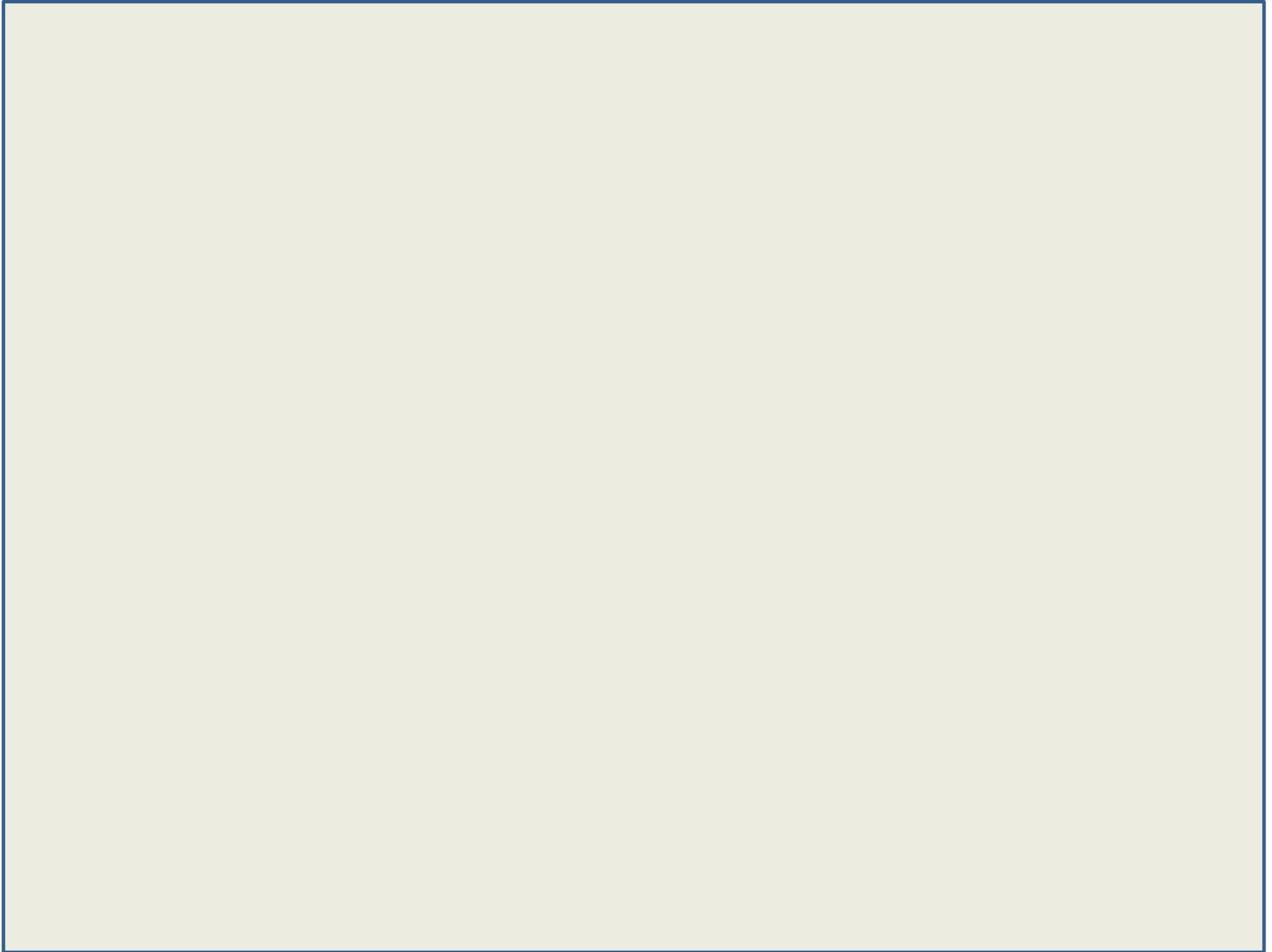








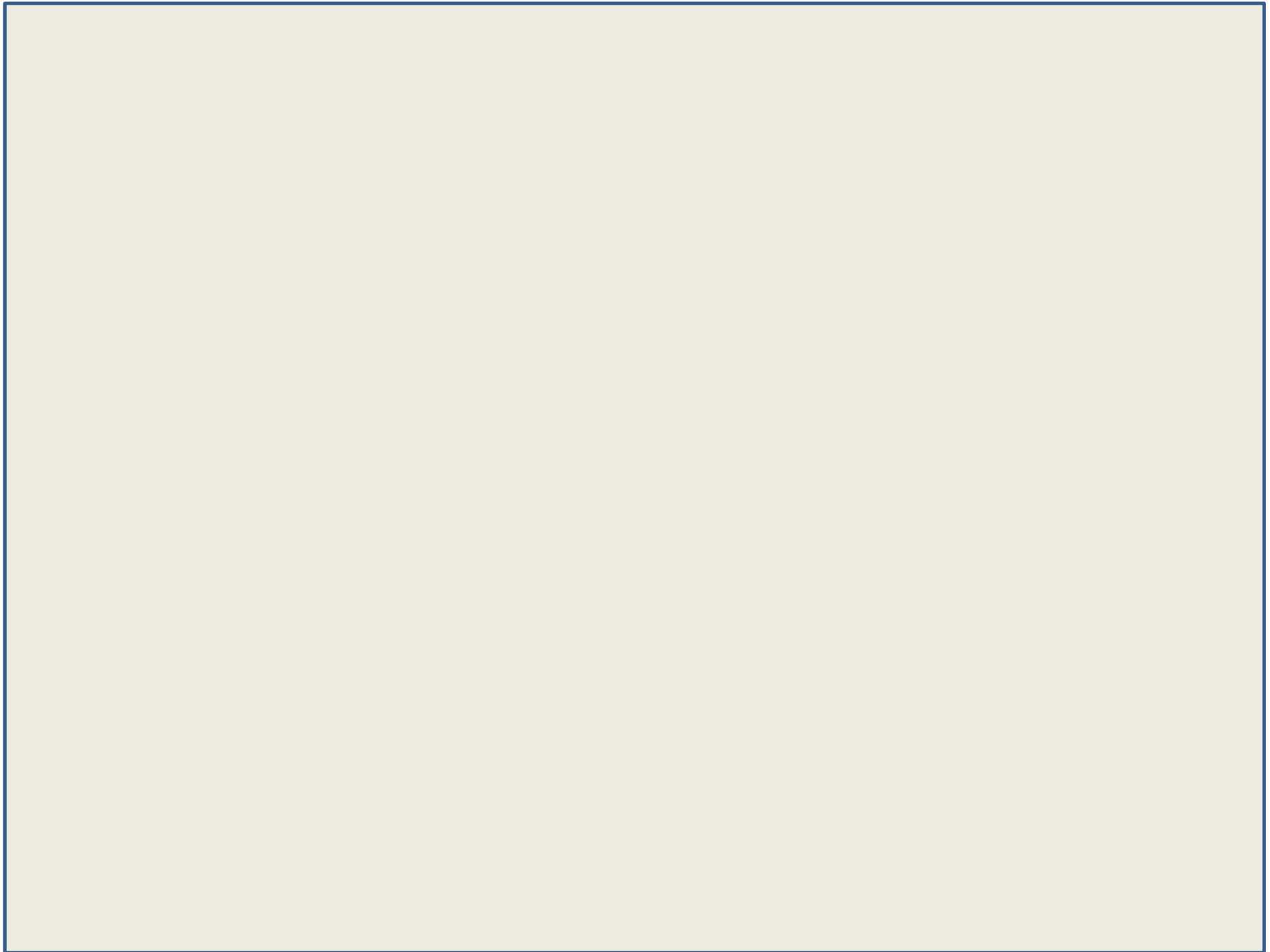


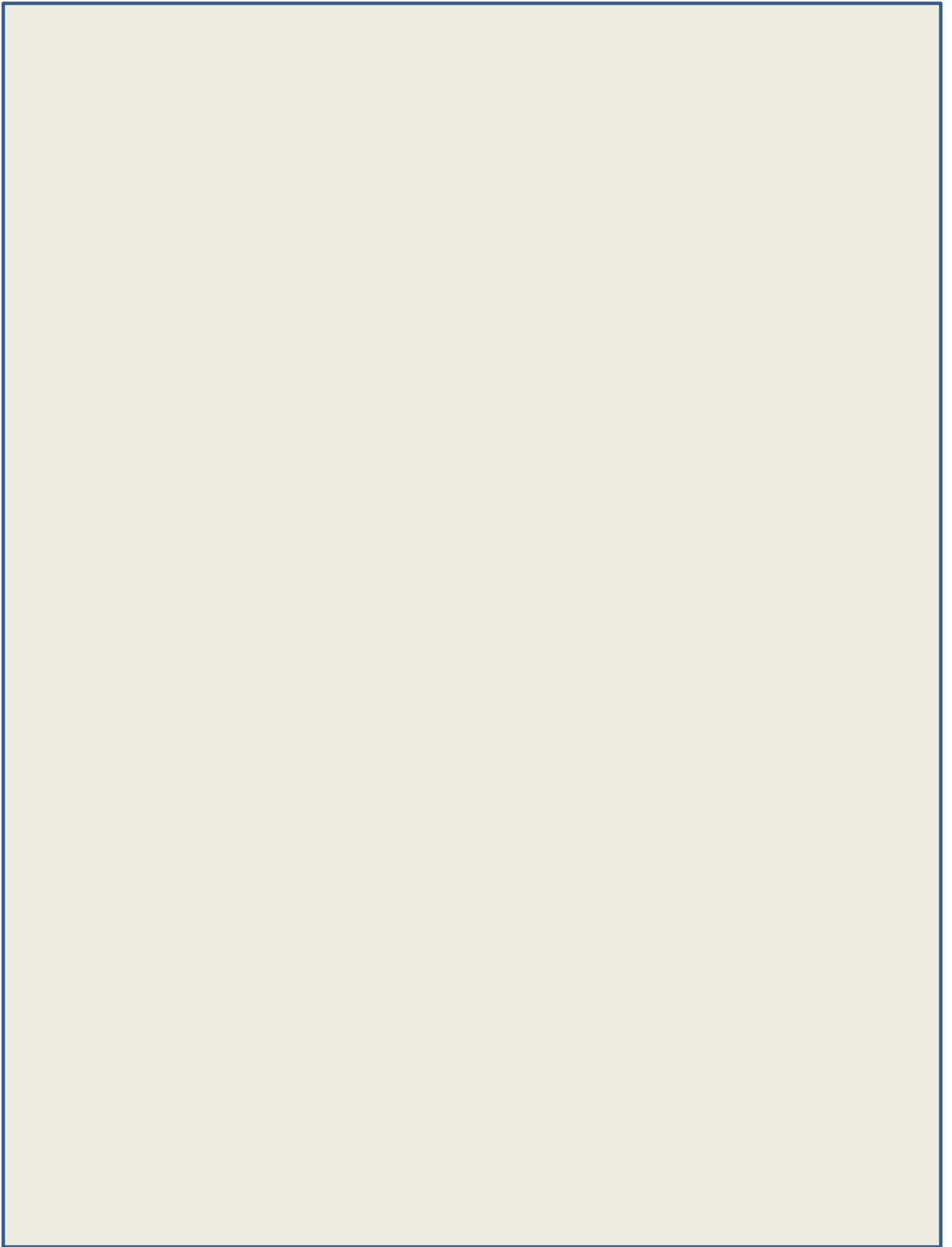












III. Typologie *a posteriori* de mangeurs de bio et de conventionnel

A. Introduction

En France, le marché de la consommation de bio à domicile ne cesse d'augmenter. Toutefois, il existe peu de données détaillées sur les profils des consommateurs de bio et conventionnel (c'est-à-dire non-bio). Par ailleurs, les deux dimensions, mode de production et structure de la diète (répartition des consommations dans les groupes d'aliments) n'ont jamais été prises en compte simultanément dans les études caractérisant les profils des consommateurs. *L'objectif de cette étude était d'établir une typologie basée sur les habitudes alimentaires des consommateurs de bio et de conventionnel et de décrire les caractéristiques sociodémographiques, nutritionnelles et de mode de vie ainsi que les motivations intervenant dans les choix alimentaires des groupes identifiés.*

B. Méthodes

Les données ont été recueillies chez 28 245 individus de l'étude NutriNet-Santé via des questionnaires auto-administrés sur Internet. Les consommations alimentaires en bio et en conventionnel ont été évaluées à l'aide du FFQ bio. Une ACP sur 16 groupes alimentaires en bio et les 16 groupes correspondant en conventionnel suivie d'une classification hiérarchique sur les composantes de l'ACP a permis d'identifier 5 groupes de mangeurs. Les associations entre les groupes et les caractéristiques nutritionnelles, du mode de vie et des pratiques d'achats ont été évaluées par ANCOVA. Les moyennes (IC_{95%}) ajustées sur le sexe, l'âge et l'apport énergétique ont été calculées concernant les caractéristiques nutritionnelles tandis que les pourcentages moyens concernant les lieux d'approvisionnement ont été ajustés sur le sexe et l'âge. La prévalence d'inadéquation en plusieurs nutriments pour les 5 groupes a également été calculée. Pour les variables catégorielles, la valeur du p est basée sur le test du Chi².

Pour un sous-échantillon de 22 366 individus, il a également été examiné l'association entre les groupes et les motivations des choix alimentaires lors de l'approvisionnement à l'aide d'un questionnaire validé dont 9 dimensions de scores avaient été identifiées par analyse factorielle (« éthique et environnement », « production locale et traditionnelle », « goût », « absence de produits chimiques », « santé », « simplicité », « freins liés à l'environnement », « innovation » et « prix »). Des régressions logistiques ont été utilisées pour évaluer les associations entre les groupes (avec comme référence les

conventionnel-standards) et les dimensions de scores (variable dépendante). La probabilité modélisée était celle d'avoir une dimension de score supérieure à la médiane. Les modèles ont été ajustés sur les variables socioéconomiques.

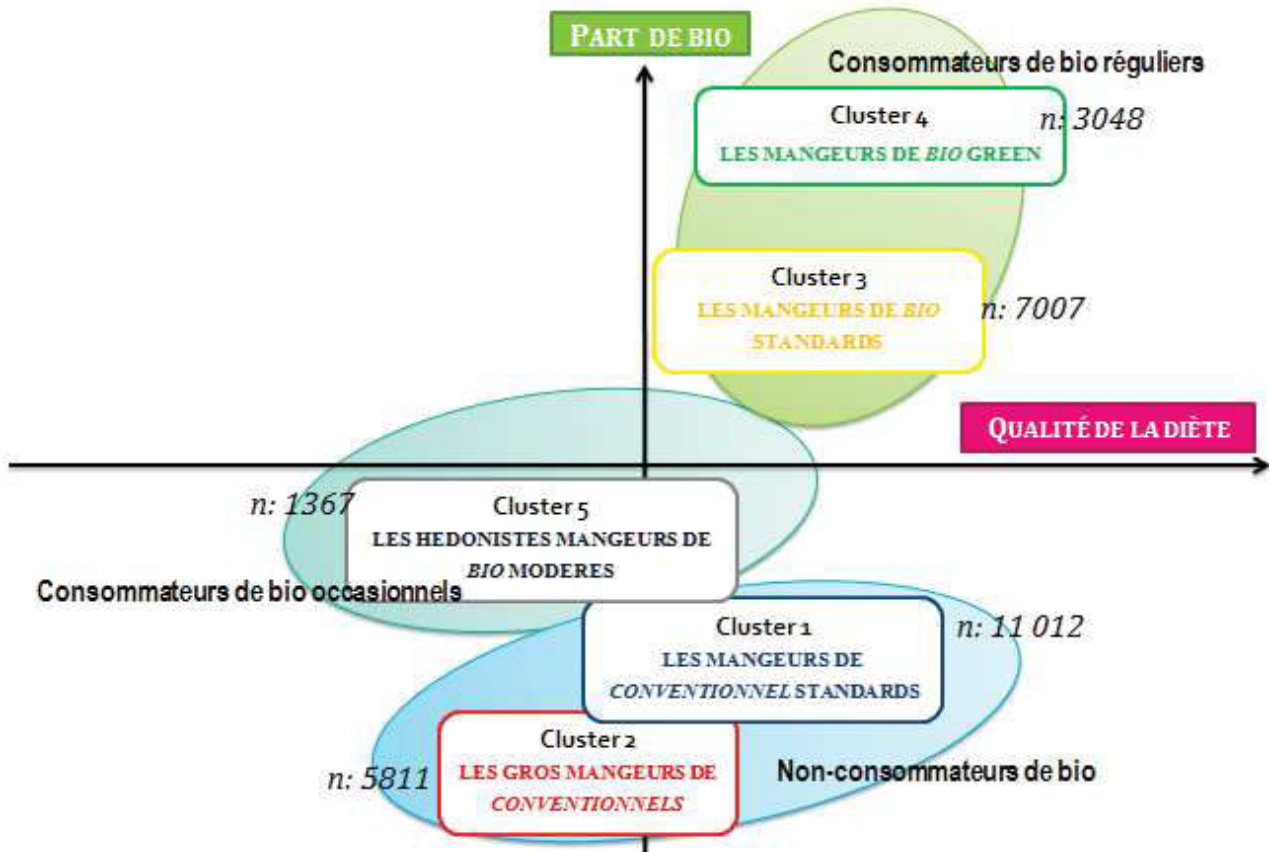
C. Profils nutritionnels, du mode de vie et pratiques d'achat

Les cinq types de mangeurs identifiés étaient les suivants :

- (1) un groupe de petits mangeurs (39% de l'échantillon d'étude) qui se caractérisait par un faible apport énergétique et une faible consommation de bio ainsi que de fortes prévalences d'inadéquation (*conventionnel-standards*). Il s'agissait des individus les plus jeunes et les plus urbains. Ils s'approvisionnaient principalement dans les supermarchés et dans une moindre mesure chez les artisans (boulangers, poissonniers, bouchers) ;
 - (2) un groupe de bons mangeurs (20,6%) caractérisé par un apport énergétique élevé, des apports élevés en acides gras saturés et en cholestérol, consommant majoritairement des produits conventionnels (*gros mangeurs en conventionnel*). Il s'agissait du groupe avec le plus fort pourcentage d'individus aux faibles revenus et avec un niveau d'éducation faible et du groupe qui déclarait le plus fréquemment s'approvisionner dans les hard-discounts ;
 - (3) un groupe de petits mangeurs (24,8%) avec un apport énergétique relativement faible, une consommation élevée de produits bio, une qualité nutritionnelle du régime relativement élevée et des prévalences d'inadéquation intermédiaires (*bio-standards*). Il s'agissait du « pendant » ou du « miroir » bio des *conventionnel-standards*. Ce groupe présentait le plus faible pourcentage d'hommes et s'approvisionnait le plus souvent dans les supermarchés puis dans les magasins bio spécialisés ;
 - (4) un groupe d'individus (10,8%) avec une très forte consommation de produits bio, dont 14% de végétariens ou végétaliens, dont la diète était très végétalisée et qui présentait globalement une qualité nutritionnelle du régime élevée et une faible prévalence d'inadéquation en vitamines, excepté pour la B12 (*bio-green*). Il s'agissait du groupe avec la plus grande proportion d'individus ayant un niveau d'éducation élevé et vivant dans des zones rurales. Ils favorisaient les magasins bio spécialisés et les circuits courts comme lieux d'approvisionnement et étaient les plus fréquents à déclarer des pratiques de réduction de consommation d'énergie ou de déchets ;
- et enfin
- (5) un groupe de « bon vivants » (4,8%) dont la diète était plus traditionnelle avec de forts apports en protéines et alcool et dont la consommation de bio était modérée (*hédonistes mangeurs de bio modérés*).

Ce groupe comprenait un nombre important d'hommes, d'individus avec des revenus élevés et de fumeurs. Bien que ces individus réalisaient la plupart de leurs achats alimentaires en supermarchés ils réalisaient également fréquemment leurs achats chez les artisans. La Figure 18 résume la répartition des différents groupes selon les composantes : qualité nutritionnelle du régime et part de bio.

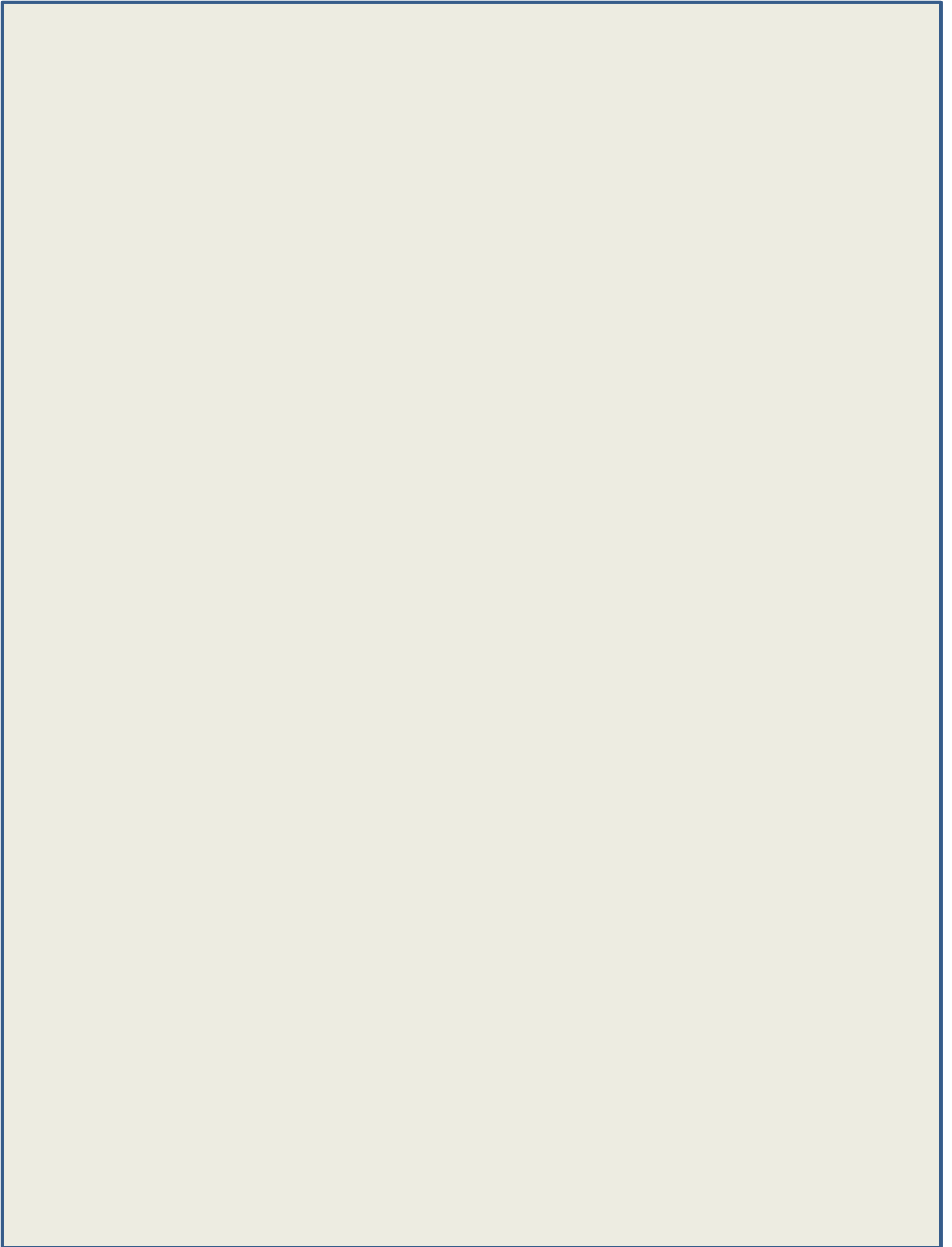
Figure 18 Répartition de la typologie de mangeurs

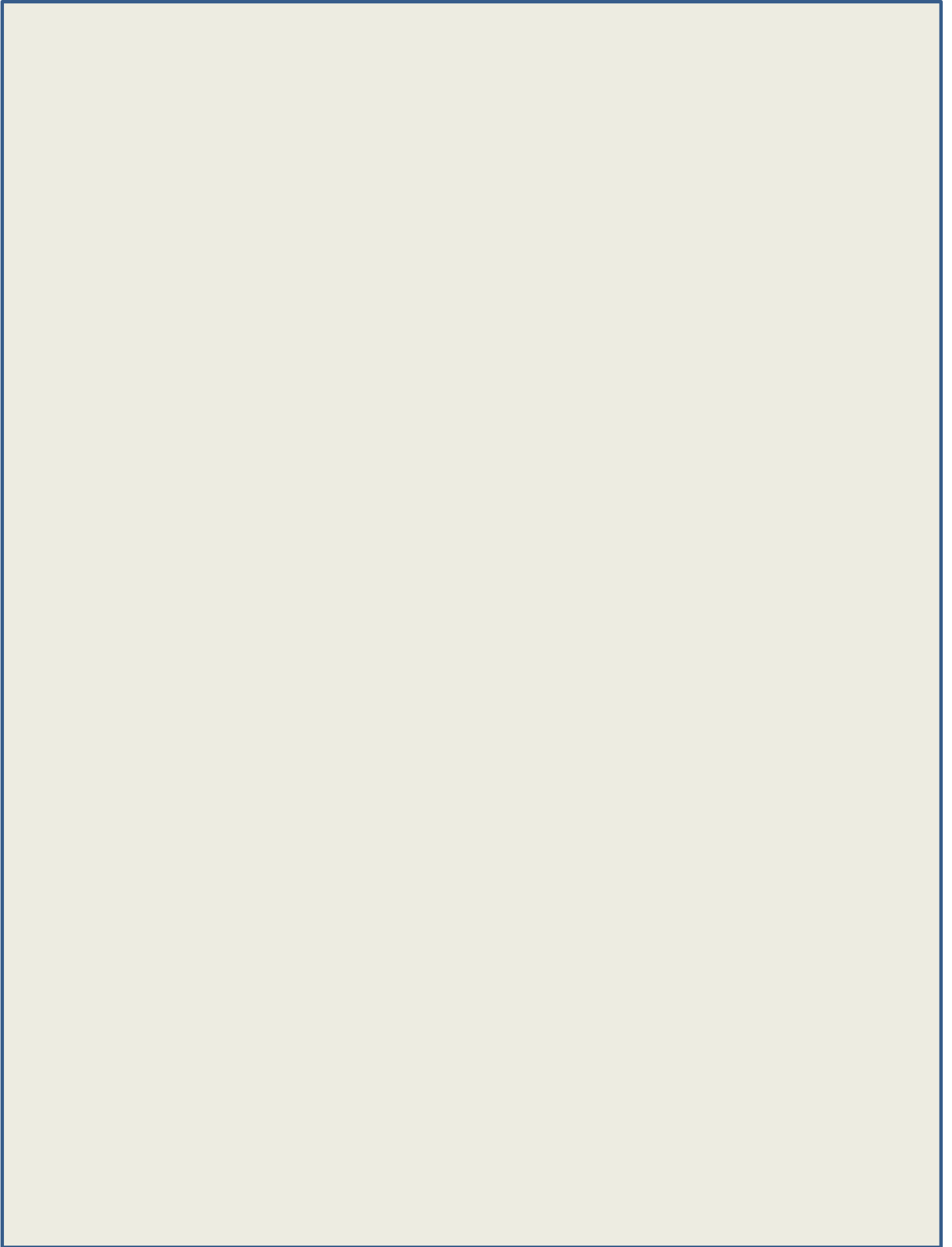


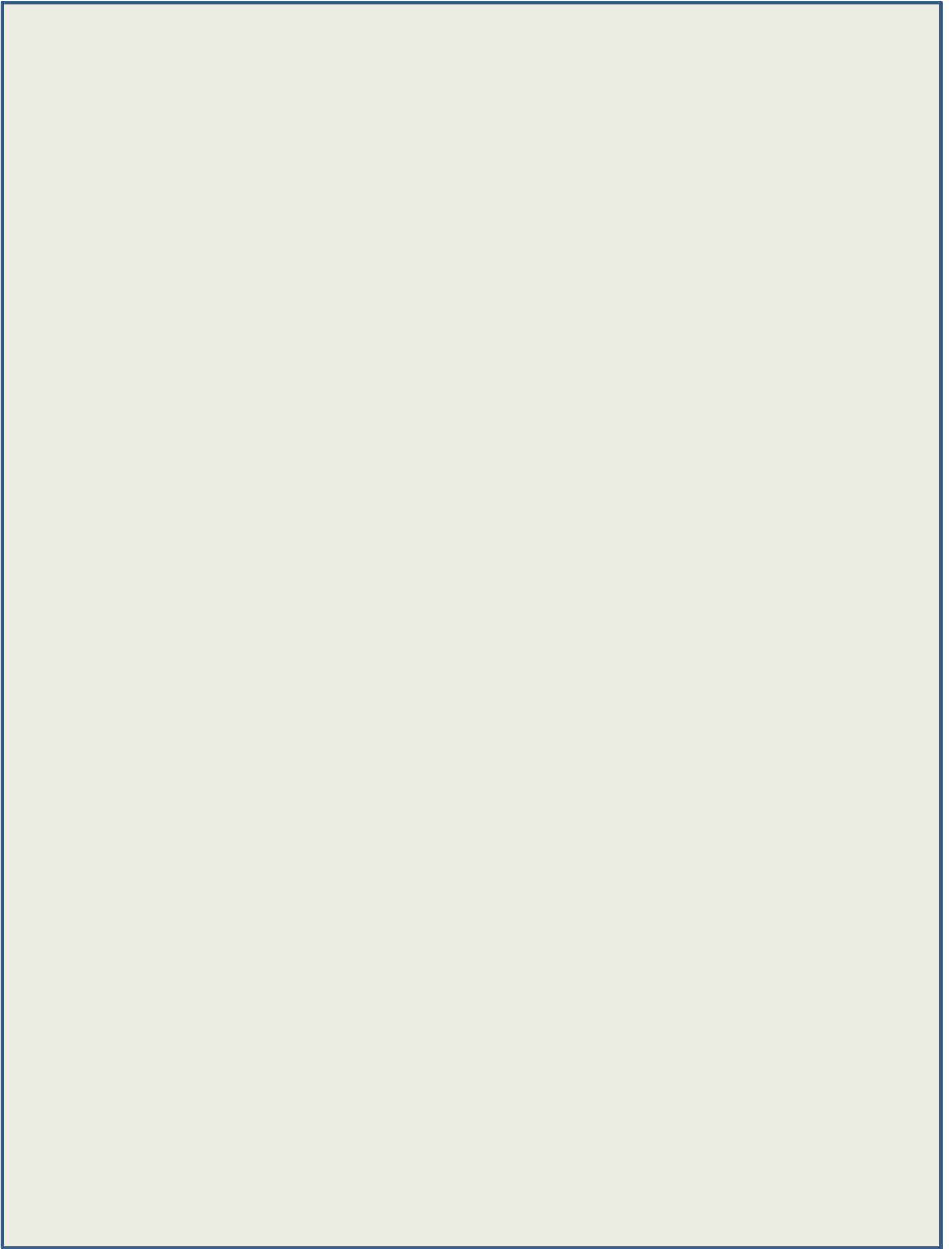
Ces résultats ont mis en évidence une diversité de profils des consommateurs de bio et de conventionnel. Les futures études sur les effets potentiels d'un régime bio sur la santé devront donc s'attacher à ne pas réduire les consommateurs bio et conventionnel à deux groupes monolithiques et considérer toutes les dimensions de l'alimentation.

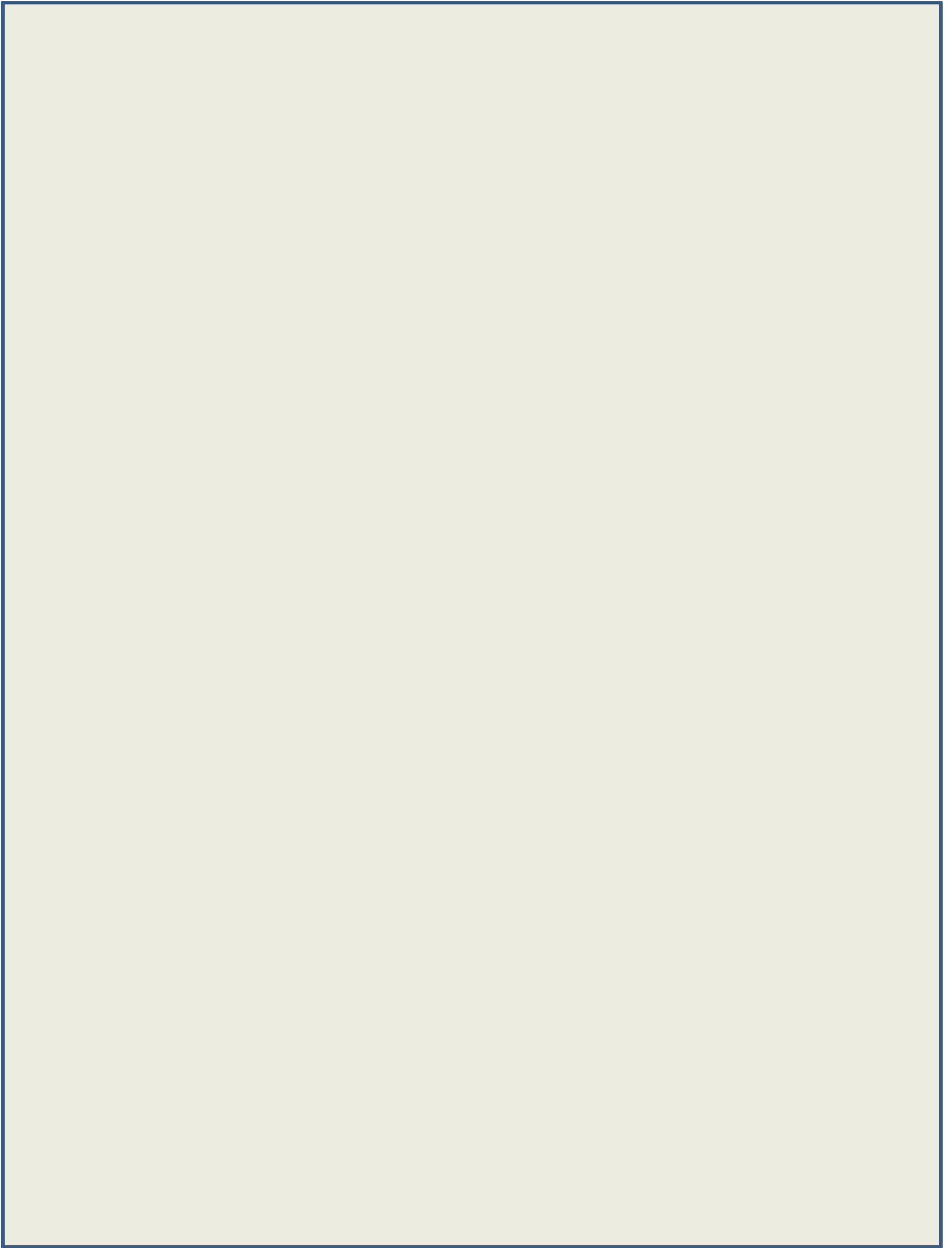
Ce travail a fait l'objet d'une publication (article 4).

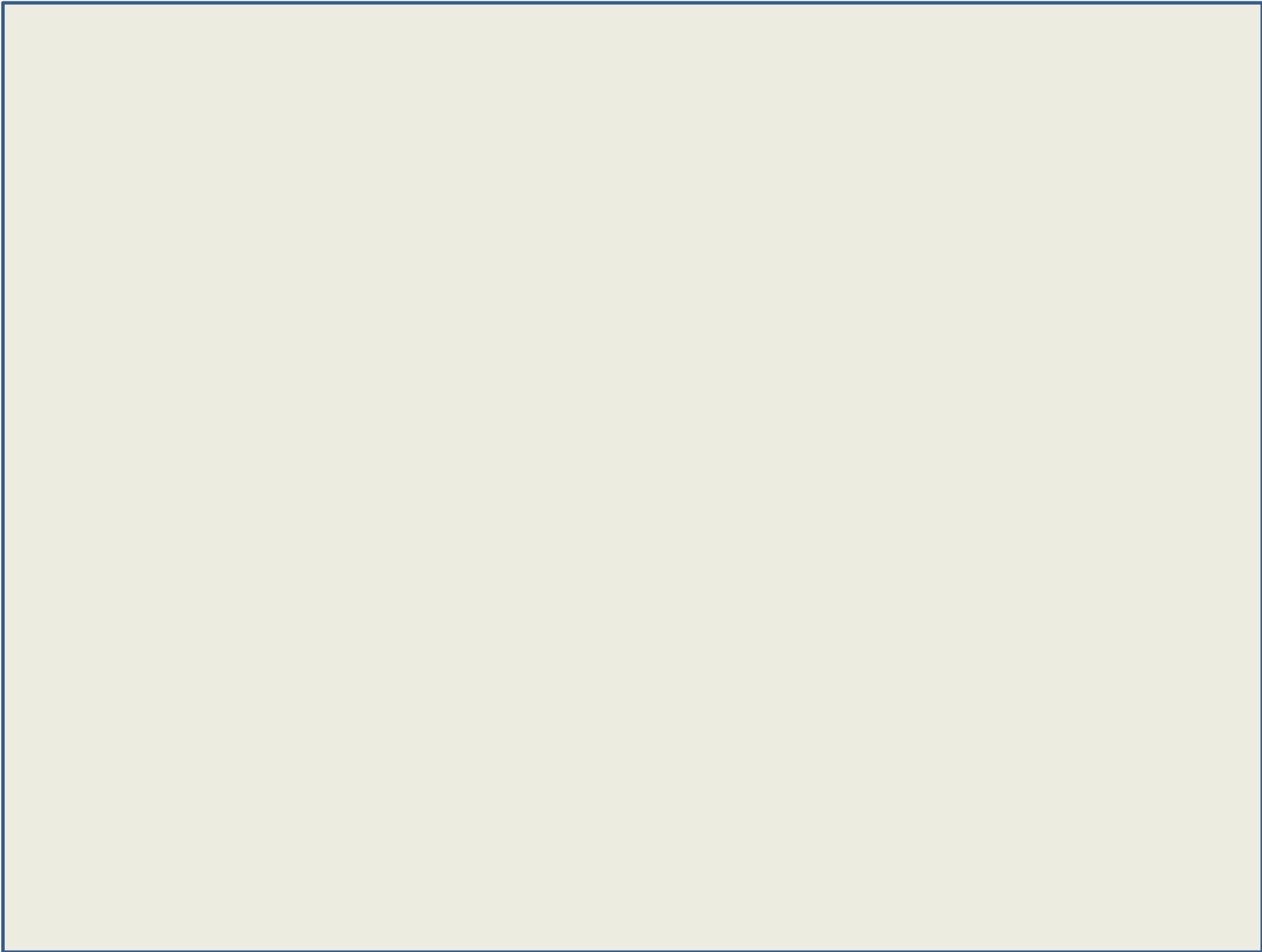
Baudry J., Touvier M., Allès B., Péneau S., Méjean C., Galan P., Hercberg S., Lairon D. & Kesse-Guyot E. (2016) Typology of eaters based on conventional and organic food consumption: results from the NutriNet-Santé cohort study. *British Journal of Nutrition*, -1:1-10.



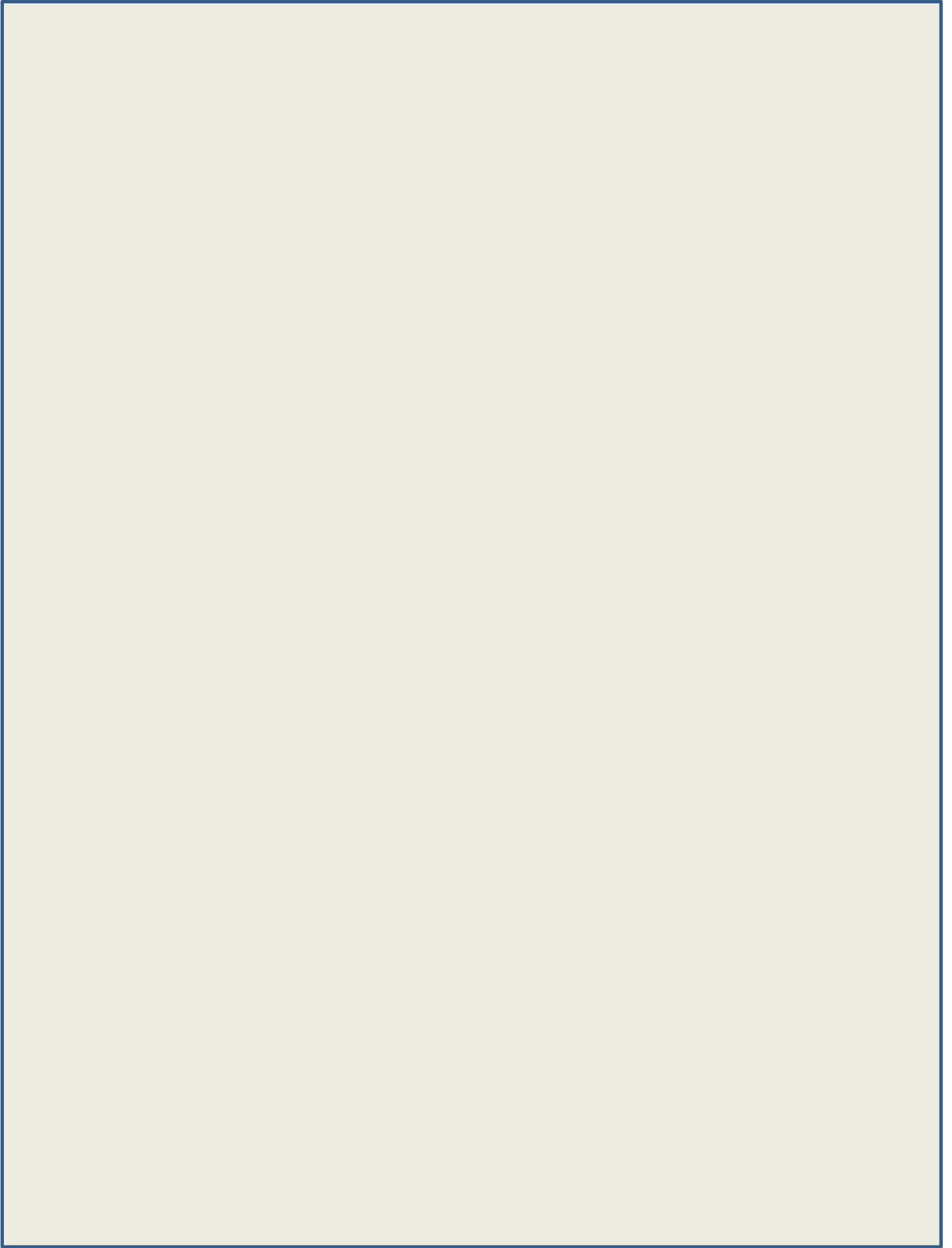




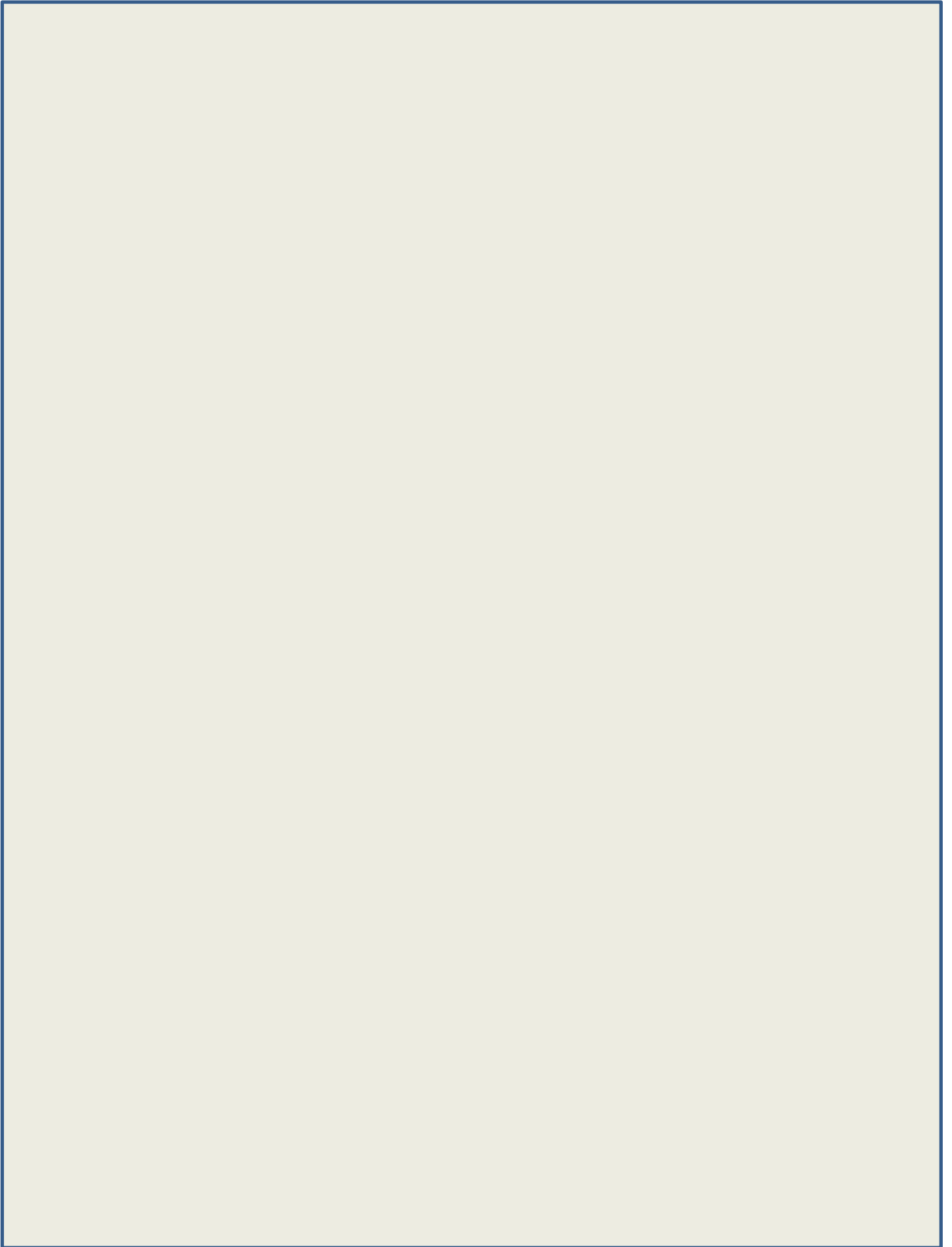




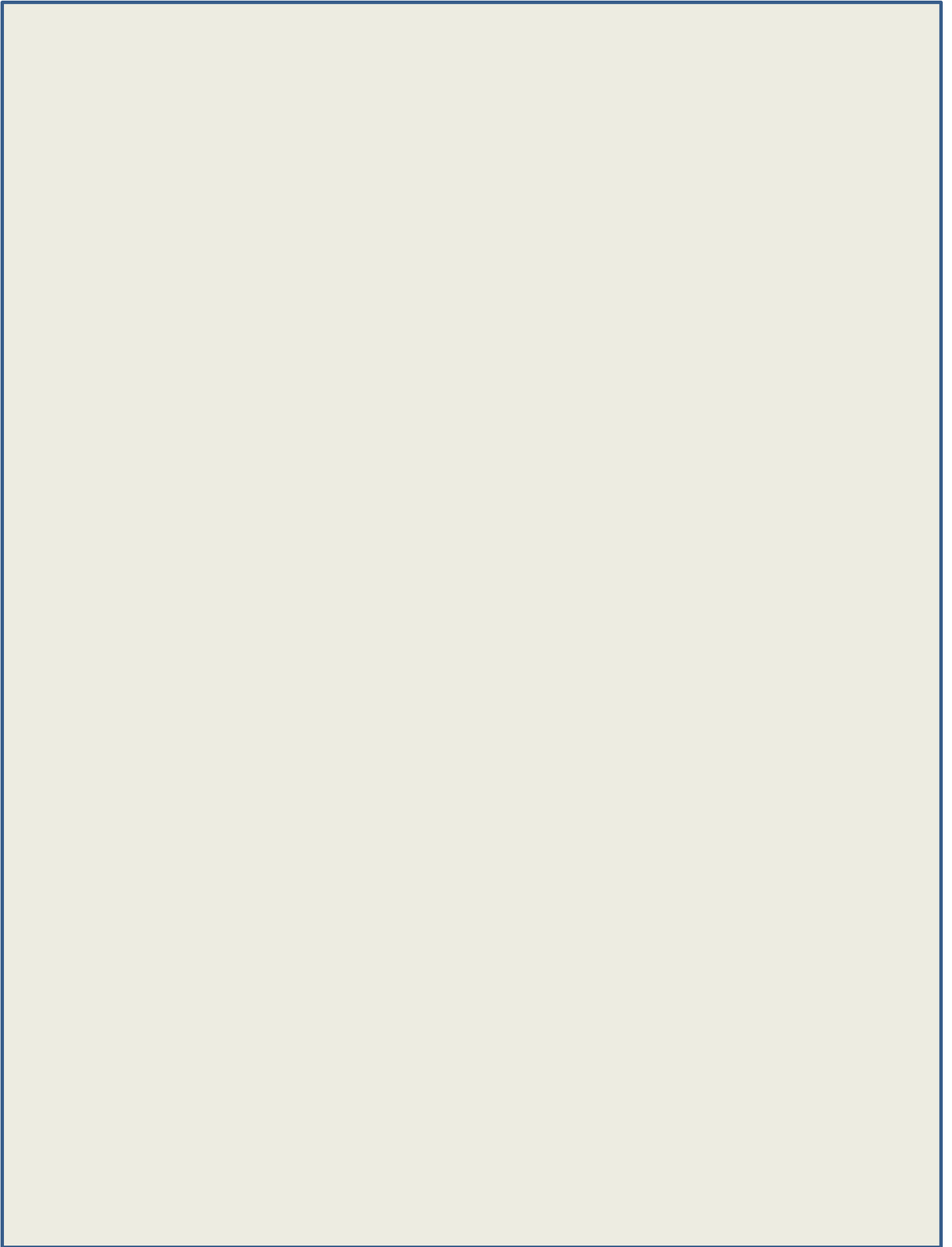




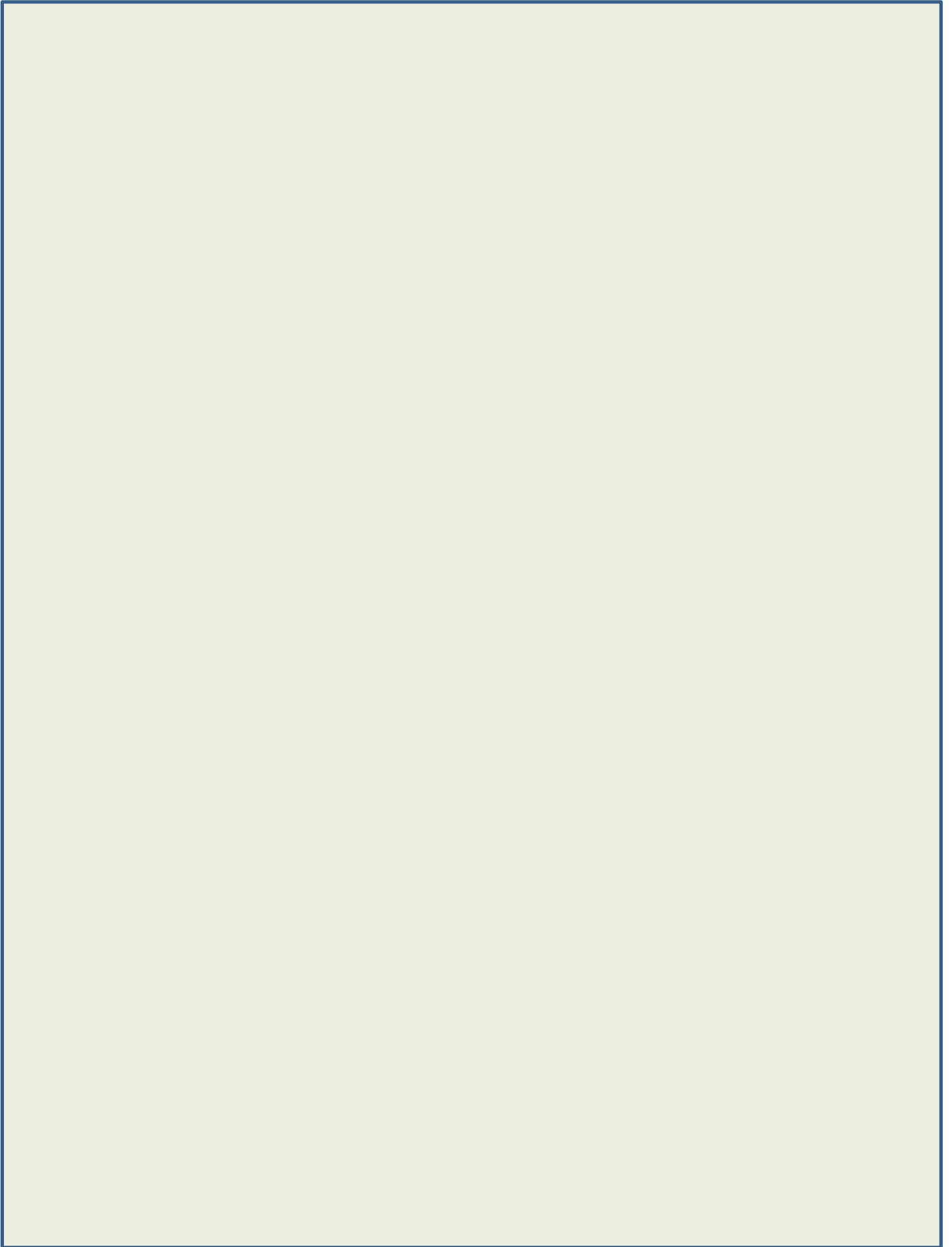
|



1



1



D. Motivations intervenant dans les choix alimentaires, y compris les considérations liées à la durabilité

Concernant les motivations intervenant dans les choix alimentaires, le score le plus élevé était celui du « goût » quel que soit le groupe de mangeurs néanmoins l'importance des motivations variait selon les groupes. Comparés aux *conventionnel-standards*, les *bio-green* étaient plus enclins à accorder de l'importance aux dimensions « éthique et environnement » (RC=9,48 ; IC_{95%}=8,44-10,65) et « santé » (RC=3,01 ; IC_{95%}=2,73-3,31) tandis que les *hédonistes mangeurs de bio modérés* étaient moins susceptibles d'être motivés par la dimension « santé » (RC=0,80 ; IC_{95%}=0,70-0,91). En revanche, les *bio-green* avaient moins tendance à considérer les aspects relatifs à « l'innovation » (RC=0,65 ; IC_{95%}=0,60-0,72) et la « simplicité » (RC=0,57 ; IC_{95%}=0,52-0,62) importants comparés aux *conventionnel-standards*. Les *gros mangeurs en conventionnel* étaient plus susceptibles d'accorder de l'importance au « prix » (RC=1,22 ; IC_{95%}=1,13-1,22) tandis que les *bio-green* l'étaient moins comparés aux *conventionnel-standards* (RC=0,39 ; IC_{95%}=0,36-0,43). Ces résultats apportent un nouvel éclairage sur les motivations liées aux choix alimentaires de différents profils de consommateurs et soulignent la nécessité d'intégrer une diversité de profils lors de l'élaboration de stratégies visant à encourager les consommations alimentaires durables.

Ce travail est en cours de soumission dans le journal *Nutrients* (article 5).

Baudry J., Péneau S., Allès B., Touvier M., Hercberg S., Galan P., Amiot-Carlin M.-J., Lairon D., Méjean C. & Kesse-Guyot E. Food choice motives when purchasing in organic and conventional consumer clusters: Focus on sustainable concerns (The NutriNet-Santé cohort study). *Nutrients*.

Food choice motives when purchasing in organic and conventional consumer clusters: Focus on sustainable concerns (The NutriNet-Santé cohort study)

Author names and affiliations

J. Baudry^{1*}, S. Péneau¹, B. Allès¹, M. Touvier¹, S. Hercberg^{1,2}, P. Galan¹, M.-J. Amiot³, D. Lairon³, C. Méjean¹ and E. Kesse-Guyot¹

Julia Baudry^{1*} j.baudry@eren.smbh.univ-paris13.fr

Sandrine Péneau¹ s.peneau@uren.smbh.univ-paris13.fr

Benjamin Allès¹ b.alles@eren.smbh.univ-paris13.fr

Mathilde Touvier¹ m.touvier@uren.smbh.univ-paris13.fr

Serge Hercberg^{1,2} s.hercberg@uren.smbh.univ-paris13.fr

Pilar Galan¹ p.galan@uren.smbh.univ-paris13.fr

Marie-Josèphe Amiot-Carlin³ marie-josephe.amiot-carlin@univ-amu.fr

Denis Lairon³ denis.lairon@orange.fr

Caroline Méjean¹ c.mejean@eren.smbh.univ-paris13.fr

Emmanuelle Kesse-Guyot¹ e.kesse@eren.smbh.univ-paris13.fr

¹Université Paris 13, COMUE Sorbonne-Paris-Cité, Equipe de Recherche en Epidémiologie Nutritionnelle (EREN), Centre d'Epidémiologie et Statistiques Paris Cité, Inserm (U1153), Inra (U1125), Cnam, COMUE Sorbonne-Paris-Cité, F-93017 Bobigny, France ;

² Department of Public Health, Hôpital Avicenne, F-93300 Bobigny, France ;

³ NORT, Aix Marseille Université, INRA, INSERM, Marseille France

*corresponding author: j.baudry@eren.smbh.univ-paris13.fr

Equipe de Recherche en Epidémiologie Nutritionnelle (EREN)

SMBH Université Paris 13, 74 rue Marcel Cachin, 93017 Bobigny, France

ABSTRACT

1 While the organic market represents a dynamic and sustainable market to consumers, few studies
2 have comprehensively addressed, on a large scale, motives for choosing foods in relation to different
3 profiles of organic and conventional food consumers. The purpose of this study was to examine food
4 choice motives associated with various organic and conventional dietary patterns among a large
5 sample of French adults. Data were collected through a web-based-self-administered questionnaire
6 among 22,366 participants of the NutriNet-Santé study. Dietary intakes were estimated using a semi-
7 quantitative food frequency questionnaire. Food choice motives were assessed using a validated 63-
8 item-questionnaire gathered into nine food choice motive dimension scores: absence of
9 contaminants, environmental limitations, ethics and environment, taste, innovation, local and
10 traditional production, price, health, and convenience. Five clusters of consumers were identified.
11 Logistic regression models were used to study the associations between food choice motives and
12 clusters of consumers based on organic and conventional food consumption patterns. “Green organic
13 food eaters” were more likely to value ethics/environment (OR 9.48, 95% CI 8.44-10.65) and health
14 (OR 3.01, 95% CI 2.73-3.31) aspects when purchasing foods compared to “standard conventional
15 food small eaters”. “Hedonist moderate organic food eaters” were less likely to be motivated by the
16 health dimension (OR 0.80, 95% CI 0.70-0.91). In contrast, “green organic food eaters” were less
17 inclined to highly rate innovation (OR 0.65, 95% CI 0.60-0.72) and convenience (OR 0.57, 95% CI
18 0.52-0.62) as important compared to “standard conventional food small eaters”. These results
19 provide new insights into the various food choice motives of diverse consumers’ profiles including
20 “green ” and “hedonist” eaters. They also underline the need to integrate the diversity of profiles
21 when developing strategies aiming at improving healthy and sustainable consumption.

22 **KEYWORDS:** food choice motives; organic food consumption; sustainability; clusters of
23 consumers

24 ABBREVIATIONS

25 Org-FFQ: Organic Food Frequency Questionnaire; PCA: Principal component analysis; Q: quartile

26 INTRODUCTION

27 Consumers have a key role to play in the major challenge of achieving sustainable food system and
28 healthy diets [1,2]. By shifting their eating practices towards more environmentally friendly and
29 healthier habits, consumers can contribute to change the demand [2–7] and encourage the
30 development of policy interventions aiming at improving the supply [8]. Their food choices are
31 therefore crucial in the transformation towards sustainable diets as defined by the Food and
32 Agriculture Organization of the United Nations (FAO) [1].

33 Although taste, healthiness and price [9–12] remain the strongest drivers of food choice,
34 environmental considerations are now important determinants of food choices too, in particular for
35 certain segments of consumers [13].

36 In this context, the organic food market represents a growing and dynamic sustainable market. Thus,
37 in France in 2014, sales of organic products have totaled 5.5 billion euros revealing a 10 percent
38 increase from the previous year [14]. The increased demand for organically grown produce is largely
39 driven by the consumers' concerns about food safety and quality [10]. Consumers increasingly
40 choose organic produce that they consider healthier because of the absence of pesticides but also for
41 environmental considerations [15–29].

42 While motives driving organic food consumption have been identified [15–29], no studies have
43 investigated on a large scale the major factors influencing food choice motives including those
44 pertaining to sustainability aspects taking into account the diversity of organic and conventional
45 consumers' profiles. A comprehensive description of food choice motives across segments of
46 consumers with different eating patterns is needed to raise public and policymakers' awareness on
47 environmental and health issues. In particular, it is important to characterize these motivations
48 according to different profiles of consumers to better understand what motivates organic and
49 conventional consumers when purchasing foods and which factors the different subgroups prioritize.

50 The purpose of this study was thus to examine the food choice motives of clusters of consumers
51 characterized by different organic and conventional food patterns, in a large population of French
52 adults, using a detailed estimation of organic and conventional food intakes and precise data on food
53 choice motives.

54 **METHODS**

55 **Data collection**

56 *Population*

57 Data was collected by web-based questionnaires from the NutriNet-Santé cohort study
58 (<https://www.etude-nutrinet-sante.fr/>). The NutriNet-Santé study is an observational prospective
59 open cohort study, launched in 2009, in France which aims at investigating the relationships between
60 nutrition and health as well as the determinants of eating behaviors and nutritional status [30].
61 Subjects complete a set of self-administered web-based questionnaires assessing sociodemographic,
62 lifestyle, dietary characteristics and health and anthropometric status. All baseline questionnaires
63 were first pilot-tested and compared with traditional administration methods [31–34]. As part of their
64 follow-up, participants are also regularly invited to fill in optional questionnaires pertaining to
65 determinants of dietary behaviors, diet- and health-related factors.

66

67 *Ethics Approval and Consent to Participate*

68 This study was conducted according to guidelines laid down in the Declaration of Helsinki and
69 was approved by the International Research Board of the French Institute for Health and Medical
70 Research (IRB Inserm n° 0000388FWA00005831) and the “Commission Nationale Informatique et
71 Libertés” (CNIL n° 908450 and n° 909216). Electronic informed consent was obtained from all
72 subjects. This study is registered in EudraCT (n°2013–000929–31).

73

74

75 *Dietary data: Assessment of organic and conventional intakes*

76 To estimate organic and conventional food consumption, a self-administered web based semi-
77 quantitative Organic-Food Frequency Questionnaire (Org-FFQ) was used. The Org-FFQ has been
78 extensively described elsewhere [35]. Briefly, the Org-FFQ was based on a validated semi-
79 quantitative FFQ [36] to which has been added a 5-point type Likert frequency scale to estimate the
80 frequency of organic food consumption. It consisted of 264 beverage and food items with standard
81 serving sizes and a drop-down list of 4 frequency categories (per day, per week, per month and per
82 year). Participants were asked to report their frequency consumption and the amount of foods
83 consumed over the previous year. For each food item, subjects were also asked the following
84 question: “*how often was the product from organic origin?*”. They had to choose between 5
85 following modalities of answer: never, sometimes, half of the time, often and always.

86

87 *Assessment of individual characteristics*

88 At enrollment in the study and each year thereafter, subjects were requested to provide information
89 regarding socio-economic and lifestyle data including sex, age educational level, presence of
90 children in the household, monthly income and place of residence. Monthly income was calculated
91 per household consumer unit (CU) [37]. For each subject, individual data used were the closest to the
92 date at which the organic food frequency questionnaire (Org-FFQ) was filled in.

93

94 *Assessment of food choice motives*

95 Data regarding food choice motives were collected using a validated questionnaire specifically
96 developed in the NutriNet-Santé study to measure food choice motives including sustainable
97 concerns during purchasing.

98 The description and the validation of the questionnaire has been previously described in detail
99 elsewhere [38]. The questionnaire consisted of 63 items divided into two main sections: one focused
100 on general aspects of food purchasing and the second focused on purchase of specific food groups

101 (meat/fish/fruits and vegetables/dairy products). All questions in the first section were formulated as
102 follows: “When I purchase food, I take into account...”. For each food group of the second section,
103 participants were asked whether or not they bought this food group. If so, they answered all
104 questions concerning that food group. If not, they answered specific questions on reasons for not
105 buying this food group. Questions were worded as follows: (i) “When I purchase [meat/fish/fruits
106 and vegetables/dairy products], I take into account...” for all participants; (ii) “I purchase
107 [meat/fish/fruits and vegetables/dairy products] for health/taste/etc. issues” only for participants who
108 reported purchasing that food group; (iii) “I avoid purchasing [meat/fish/fruits and vegetables/dairy
109 products] for environmental/price/etc. issues”, for participants who did or did not purchase that food
110 group.

111 For each statement, subjects were asked to rate their level of agreement on a 5-point Likert scale
112 from “I strongly disagree” to “I strongly agree”. Respondents could also indicate that they did not
113 know.

114 The questionnaire was internally validated using factor analysis [38]. The first-order analysis enabled
115 to identify the nine following food choice dimensions: 1) absence of contaminants, 2) environmental
116 limitations, 3) ethics and environment, 4) taste, 5) innovation, 6) local and traditional production, 7)
117 price, 8) health and 9) convenience. A second-order factor was also highlighted “healthy and
118 environmentally friendly consumption” which included four first-order sub-dimensions (ethics and
119 environment, local and traditional production, health and absence of contaminants). The

120 **Supplemental Table 1** describes the questionnaire items included in each dimension.

121 **Statistical analysis**

122 The Org-FFQ, an optional questionnaire, was administered to 104,080 participants of the NutriNet-
123 Santé cohort in June 2014 over a period of 5 months. A total of 33,384 participants completed the
124 questionnaire (i.e. 32% of the invited cohort participants). Within this sample, we included
125 individuals who were not energy under- or over-reporters (N=31,287), with no missing covariates
126 (N=28,967) and not living overseas (N=28,245). Among them, we selected those who had completed

127 the questionnaire of food choice motives, leaving 22,366 subjects for the present study. To identify
128 under- and over-reporting participants, we compared individual energy requirement using basal
129 metabolic rate by Schofield's equations [39] with energy intake and excluded subjects with ratios
130 below or above cut-offs (0.35 and 1.93) previously determined [35].

131

132 *Estimation of dietary intakes*

133 Daily food intakes in grams were calculated by multiplying the consumption frequency of each food
134 by the quantities consumed. The procedure aiming at estimating organic food intake has been
135 previously described [35]. Briefly, for each item, organic consumption was estimated by multiplying
136 the consumption by the following weightings 0, 0.25, 0.50, 0.75 and 1, allocated to the respective
137 frequencies "never", "rarely", "half of the time", "often" and "always" [35].

138 The proportion of organic food in the diet was computed by averaging the total organic food intake
139 (g/d) out of the total food intake (g/d) excluding water. To assess daily energy intake, the original
140 NutriNet santé food composition table [40] was used.

141

142 *Cluster analysis*

143 In order to identify subgroups of consumers we also performed a principal component analysis
144 (PCA). The PCA was applied to 16 organic food categories (g/day) and 16 corresponding
145 conventional food categories (g/day) and was followed by a two-step cluster analysis (a Ward's
146 hierarchical ascendant classification followed by a *k*-means clustering for stabilization purpose)
147 based on the first six dimensions retained in the PCA using as criteria: eigenvalues >1, scree-test and
148 interpretability of factors. It allowed to identify 5 clusters of consumers with similar dietary profiles.
149 Clusters were labelled according to their major dietary traits (**Supplemental Table 2**). A detailed
150 characterization of the clusters has been published elsewhere [41].

151

152

153 *Statistical modeling*

154 For each dimension, logistic regression models were performed to assess the cross-sectional
155 associations between food choice motive dimensions (dependent variables) and clusters of
156 consumers using the “standard conventional food eaters” as a reference. We provided odds ratios and
157 95% confidence intervals. The modeled probability was a food choice motive dimension score above
158 the median. Models were adjusted for sex, age, educational level and household income.

159 In a supplementary analysis, subjects were further classified into quartiles (Q) according to their
160 proportion of organic food in their diet (% of weight) and similar models were performed for
161 assessing the associations within the quartiles (first quartile Q1 = reference). A *P*-value for trend was
162 obtained by entering the quartile into the model as an ordinal variable.

163 All tests were two-sided. All analyses were performed using SAS package version 9.4 (The SAS
164 Institute Inc., Cary, NC, USA).

165

166 **RESULTS**

167 *Characteristics of the participants*

168 Characteristics of the participants are presented in **Table 1**. More than $\frac{3}{4}$ of the participants were
169 female. The mean age was 53.7 ± 13.6 years old. The participants reported on average a proportion
170 of 0.28 ± 0.26 of organic food in the diet and a total energy intake of 1989 ± 627 kcal/day. More than
171 half of the sample held a high school diploma. Almost 30% of the participants reported a monthly
172 income per household unit higher than 2700 euros. Regarding place of residence, 22% of the
173 participants resided in a rural community and 44% in an urban unit with a population higher than
174 200 000 inhabitants.

175

176 *Food choice motive dimension scores*

177 The highest mean food choice motive score was found for the “taste” dimension followed by the
178 “health” and “absence of contaminants” dimensions (**Table 2**). The lowest mean food choice motive

179 score was found for the “environmental limitations” dimension followed by the “innovation”
180 dimension.

181

182 *Profiles of organic and conventional food consumers associated with food choice motives during*
183 *purchase*

184 **Table 3** shows the associations between food choice motive dimension scores and five clusters of
185 consumers: “standard conventional food small eaters” (reference cluster), “unhealthy conventional
186 food big eaters”, “standard organic food small eaters”, “green organic food eaters” and “hedonist
187 moderate organic food eaters”.

188

189 *“Environmental limitations” and “ethics and environment” dimensions*

190 Compared to “standard conventional food eaters”, “green organic food eaters” were more likely to be
191 concerned by the “environmental limitations” and “ethics and environment” aspects when choosing
192 foods while “unhealthy conventional food big eaters” were less likely to be concerned by these
193 aspects.

194

195 *“Absence of contaminants” and “Health” dimensions*

196 “Green organic food eaters” were also more likely to have higher scores for motives relating to
197 “absence of contaminants” and “health” than “standard conventional food eaters”. Regarding the
198 “health” dimension, when compared to “standard conventional food small eaters”, “hedonist
199 moderate organic food eaters” were less likely to have scores above the median. In particular, “green
200 organic food eaters” exhibited prominent score for the overall dimension “healthy and
201 environmentally friendly consumption”.

202

203

204

205 *“Taste”, “innovation” and “convenience” dimensions*

206 Compared to “standard conventional food eaters”, “green organic food eaters” were slightly more
207 likely to have higher scores for the “taste” dimension. “Unhealthy conventional food big eaters”
208 were more inclined to be concerned by the price when choosing foods. “Standard organic food small
209 eaters” and “green organic food eaters” were less likely to be concerned by the price than “standard
210 conventional food small eaters”.

211 “Standard organic food small eaters” and “green organic food eaters” were less likely to have scores
212 above the median for the dimensions “innovation” and “convenience” when compared to “standard
213 conventional food small eaters”.

214

215 Mean food choice dimension scores across clusters of consumers are presented in **Supplemental**
216 **Table 3. Supplemental Table 4** shows the mean food choice dimension scores across quartiles.

217 Overall, the highest mean score was found for the “taste” dimension in all groups. **Supplemental**
218 **Table 5** shows the associations between food choice motive dimension scores and quartiles of
219 consumption of organic food in the diet.

220 The probability of having a score above the median for “absence of contaminants”, “environmental
221 limitations”, “ethics and environment”, “local and traditional production” and “health” markedly
222 increased along with the proportion of organic food in the diet (p trend <0.0001). The association
223 was less marked for the “taste” dimension. This was the reverse trend for the “innovation”, the
224 “price” and the “convenience” dimensions.

225

226 **Discussion**

227 Using detailed information on organic and conventional food intakes and motives for choosing foods
228 in a large population of French adults, we showed that the importance of food choice motives varied
229 across clusters of organic and conventional consumers. Overall, taste was a strong motivator of food
230 choice whatever the type of consumers. Health and ethics/environmental concerns were more

231 important drivers of food choice motives in all profiles of organic food consumers with respect to
232 their conventional counterparts. This was the opposite for price, innovation and convenience.
233 Consistent with previous studies documenting the importance of healthiness and food safety for
234 consumers of organic food [17,18,22–25], “green organic food consumers” and “standard organic
235 food small eaters” were far more likely to value the absence of contaminants in their food choice
236 motives. The same was true, but to a lesser extent, regarding the “health” dimension that included
237 health impact and nutritional values of food. These finding are in line with the idea that, for organic
238 food consumers, the health facets are essential in their food choices [17,18,22–25]. “Unhealthy
239 conventional food big eaters” and “hedonist moderate organic food eaters” were less likely to give
240 high ratings to the “health” dimension. This was in accordance with their unhealthier dietary patterns
241 that included high consumption of sweet products for the first and high consumption of meat and
242 alcohol for the second. These two clusters of consumers, who exhibited specific sociodemographic
243 profiles, may be less interested in long-term effect of food consumption on health/diseases, and thus
244 do not focus on this aspect when purchasing foods.

245 Our study also clearly showed that “green organic food consumers” were more likely to be motivated
246 by ethical choices than their conventional counterparts. This is consistent with previous studies
247 reporting that ethical considerations are core values among consumers of organic foods and more
248 generally among sustainability-concerned consumers [13,15–17,21–23,25,29].

249 In this study a second order factor was considered, that encompassed two main pillars of diet
250 sustainability as described by FAO (i.e. health and environment) [1]. “Green organic food eaters”
251 were far more likely to obtain higher scores for this high-order dimension. In a recent work
252 Aschemann-Witzel et al [7] pointed out that in consumers, health and environment dimensions are
253 not mutually exclusive and are part of the same concern for a healthier and more ecological lifestyle
254 (“healthier body and planet”). Therefore, the *altruistic* and *selfish* motivations that drive consumers
255 when choosing foods may be interconnected and should be taken in consideration together when
256 promoting sustainable food consumption.

257 In the present work a negative association was found between cooking convenience as a motive of
258 food choice and clusters of organic food consumers. One explanation may be that for “*green* organic
259 food consumers” and “standard organic food small eaters”, cooking convenience might be related to
260 processed food and specific “unnatural” cook practices (such as the use of a microwave or ready-
261 made products) while freshness and naturalness have been shown to be good predictors of organic
262 food consumption [42]. The organic food supply is also particularly important for raw foods such as
263 fruit and vegetables or eggs [43]. Another hypothesis may be that for “*green* organic food
264 consumers”, the “convenience” aspect is of secondary importance compared to the efforts provided
265 when purchasing food (e.g. getting local supplies from small organic food markets rather than the
266 local supermarket).

267 Few studies have included the “innovation” dimension in their description of food choice motives in
268 particular in relation to organic food consumption. We showed that “green organic food consumers”
269 were less prone to value the innovation aspects when choosing foods compared to their conventional
270 counterparts, reflecting their lack of interest for this topic. They most likely present mistrust
271 regarding technological innovations that they perceive as carrying risks for health and the
272 environment (e.g. GMO or food processing).

273 Price has always been shown as essential in food choice motives [9,12,44,45] and cost the major
274 constraint for buying organic products [16,22,28]. In our study, “green organic food eaters” and
275 “standard organic food small eaters” were less likely to be concerned by the price when choosing
276 foods than conventional food eaters. This may be firstly explained by the intrinsic sociodemographic
277 characteristics of organic food consumers (generally more educated and with higher income) [22,46–
278 48]. However, these results were observed despite the adjustment for income in addition to sex, age
279 and education. In a recent review, Verain et al [13] have pointed out that today's food and sustainable
280 food consumption cannot exclusively be explained by socio-demographic variables. Personality
281 characteristics, food-related lifestyle or behavioral variables are also important factors. Openness to
282 change, self-transcendence, conservation and self-enhancement are thus discriminating values.

283 Another finding of our study was that all groups share the “taste” dimension although there was a
284 slight increase in the probability to give high rating to this motive among “hedonist eaters”. This
285 motivation was previously shown to be weakly correlated with other dimensions [38]. The
286 importance of sensory appeal for choosing food whatever the social status has been established in the
287 literature [9,12]. This means that public health policies and initiatives aiming to promote
288 sustainable/organic food consumption should ensure a high sensorial quality of sustainable products.
289 One of the major strengths of our study lies in its large sample size that enabled us to cover a
290 diversity of eating habits. A novel aspect of this study was also the detailed estimation of the organic
291 food intake [35]. It enabled to identify different types of conventional and organic eaters.
292 Furthermore, the evaluation of food choice motives was based on a validated questionnaire which
293 specifically focused on sustainability [38]. Some motives rarely described in the literature have been
294 included in our study, in particular the “environmental limitations”, “local and traditional
295 production” and “innovation”, enhancing the description of motivations.
296 Nonetheless, caution is needed when generalizing our results. Subjects were indeed participants of a
297 web-based cohort focusing on nutrition and were therefore particularly concerned by nutrition-
298 related issues. In addition, filling out the questionnaires pertaining to organic food and food choice
299 motives were optional, which may have led to an additional selection bias.
300 As food choice motive may change over time, further research needs to investigate to what extent
301 motivations could affect the healthiness and the sustainability of the diet. What is also noteworthy is
302 that in our study organic food consumers paid a lot of attention to environment, health and safety
303 aspects of foods while the positive impacts of organic food in particular on environment and health
304 still need to be documented [49–54].
305 In conclusion, our results extend knowledge on the main drivers for choosing foods for different type
306 of eaters using a wide range of motives including sustainability considerations assessed by a
307 validated questionnaire. Although not sufficient, sustainable diets are necessary conditions of
308 sustainable food systems [55] and consumers are one of the main driver. As diets benefiting to health

309 may potentially be also beneficial to the planet [2,6,56,57], initiatives that aim at fostering
310 environmentally-friendly and healthy consumption should therefore have a holistic approach by
311 taking into account both sustainability components (i.e. health and environment). These initiatives
312 should also integrate price and taste, as they remain main factors of food choice.

313 **Competing interest:** None

314 ***Funding***

315 The NutriNet-Santé Study is supported by the French Ministry of Health (DGS), the French Institute
316 for Public Health Surveillance (InVS), the French National Institute for Health and Medical Research
317 (INSERM), the French National Institute for Agricultural Research (INRA), the National
318 Conservatory for Arts and Crafts (CNAM), the National Institute for Prevention and Health
319 Education (INPES) and the University of Paris 13.

320 This study was supported by the BioNutriNet and the OCAD projects. The BioNutriNet project is a
321 research project supported by the French National Research Agency (Agence Nationale de la
322 Recherche) in the context of the 2013 Programme de Recherche Systèmes Alimentaires Durables
323 (BioNutriNet projet, ANR-13-ALID-0001). The OCAD project was supported by the French
324 National Research Agency (Agence Nationale de la Recherche) in the context of the 2011 Systèmes
325 Alimentaires Durables (OCAD project, ANR-11-ALID-002-06).

326 **Authors' contributions**

327 The author contributions were as follows: SH PG EKG SP CM MT and DL conceived and designed
328 the experiments. JB SH PG EKG SP CM and MT performed the experiments. JB and EKG analysed
329 the data. JB wrote the paper. JB SP BA MT SH PG MJA DL CM and EKG were involved in
330 interpreting results and editing the manuscript. JB had primary responsibility for final content. All
331 authors read and approved the final manuscript.

332

333

334 **Acknowledgements**

335 We would like to thank all the people who helped carry out the NutriNet-Santé study and all the
336 dedicated and conscientious volunteers. We especially thank Charlie Ménard, Younes Esseddik, Paul
337 Flanzy, Yasmina Chelghoum, Véronique Gourlet, Nathalie Arnault, Fabien Szabo, Laurent Bourhis
338 and Cédric Agaesse.

339

340 **References**

- 341 1. Burlingame B. Sustainable diets and biodiversity - Directions and solutions for policy research and
342 action Proceedings of the International Scientific Symposium Biodiversity and Sustainable
343 Diets United Against Hunger. Rome: FAO; 2012.
- 344 2. Garnett T. Food sustainability: problems, perspectives and solutions. *Proc. Nutr. Soc.* 2013;72:29–
345 39.
- 346 3. Grunert KG. Sustainability in the food sector: A consumer behaviour perspective. *International*
347 *Journal on Food System Dynamics.* 2011. 2(3), 207-218.
- 348 4. Reisch L, Eberle U, Lorek S. Sustainable food consumption: an overview of contemporary issues
349 and policies. *Sustainability: Science, Practice, & Policy.* 2013. 9(2).
- 350 5. Lang T. Sustainable Diets: Hairshirts or a better food future? *Development.* 2014;57:240–56.
- 351 6. Tilman D, Clark M. Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature.*
352 2014;515:518–22.
- 353 7. Aschemann-Witzel J. Consumer perception and trends about health and sustainability: trade-offs
354 and synergies of two pivotal issues. *Curr. Opin. Food Sci.* 2015;3:6–10.
- 355 8. Wellesley L, Happer C, Froggatt A. Changing Climate, Changing Diets Pathways to Lower Meat
356 Consumption. Chatam House Report. London: Chatam House; 2015.
- 357 9. Steptoe A, Pollard TM, Wardle J. Development of a measure of the motives underlying the
358 selection of food: the food choice questionnaire. *Appetite.* 1995;25:267–84.
- 359 10. Grunert KG. Food quality and safety: consumer perception and demand. *Eur. Rev. Agric. Econ.*
360 2005;32:369–91.
- 361 11. Inch A, Jackson E. Consumer understanding and use of country-of-origin in food choice. *Br.*
362 *Food J.* 2013;116:62–79.
- 363 12. Eertmans A, Victoir A, Vansant G, Van den Bergh O. Food-related personality traits, food choice
364 motives and food intake: Mediator and moderator relationships. *Food Qual. Prefer.*
365 2005;16:714–26.
- 366 13. Verain MCD, Bartels J, Dagevos H, Sijtsema SJ, Onwezen MC, Antonides G. Segments of
367 sustainable food consumers: a literature review: Segments of sustainable food consumers. *Int.*
368 *J. Consum. Stud.* 2012;36:123–32.
- 369 14. Agence Bio.
370 http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/documents/4_Chiffres/BrochureCC/CC2
371 015_France.pdf. 2015. Accessed 4 Mar 2016.
- 372 15. Schifferstein HNJ, Oude Ophuis PAM. Health-related determinants of organic food consumption
373 in The Netherlands. *Food Qual. Prefer.* 1998;9:119–33.
- 374 16. Lockie S, Lyons K, Lawrence G, Mummery K. Eating “Green”: Motivations behind organic food
375 consumption in Australia. *Sociol. Rural.* 2002;42:23–40.
- 376 17. Magnusson MK, Arvola A, Hursti U-KK, Åberg L, Sjöden P-O. Choice of organic foods is
377 related to perceived consequences for human health and to environmentally friendly
378 behaviour. *Appetite.* 2003;40:109–17.
- 379 18. Saba A, Messina F. Attitudes towards organic foods and risk/benefit perception associated with
380 pesticides. *Food Qual. Prefer.* 2003;14:637–45.
- 381 19. Lockie S, Lyons K, Lawrence G, Grice J. Choosing organics: a path analysis of factors
382 underlying the selection of organic food among Australian consumers. *Appetite.*
383 2004;43:135–46.
- 384 20. Shepherd R, Magnusson M, Sjöden P-O. Determinants of consumer behavior related to organic
385 foods. *Ambio.* 2005;34:352–9.
- 386 21. Pirjo Honkanen BV. Ethical Values and Motives Driving Organic Food Choice. *J. Consum.*
387 *Behav.* 2006;5:420–30.

- 388 22. Hughner RS, McDonagh P, Prothero A, Shultz CJ, Stanton J. Who are organic food consumers?
389 A compilation and review of why people purchase organic food. *J. Consum. Behav.*
390 2007;6:94–110.
- 391 23. Idda L, Madau FA, Pulina P. The motivational profile of organic food consumers: a survey of
392 specialized stores customers in Italy. *Conf. Proc.* 2008. <http://orgprints.org/id/eprint/14143>.
393 Accessed 21 2014 Mar 21.
- 394 24. Christine Hoefkens, Wim Verbeke, Joris Aertsens, Koen Mondelaers, John Van Camp. The
395 nutritional and toxicological value of organic vegetables: Consumer perception vs scientific
396 evidence. *Br. Food J.* 2009;111:1062–77.
- 397 25. Aertsens J, Mondelaers K, Verbeke W, Buysse J, Van Huylenbroeck G. The influence of
398 subjective and objective knowledge on attitude, motivations and consumption of organic
399 food. *Br. Food J.* 2011;113:1353–78.
- 400 26. Sirieix L, Kledal PR, Sulitang T. Organic food consumers' trade-offs between local or imported,
401 conventional or organic products: a qualitative study in Shanghai: Local and imported
402 organic product. *Int. J. Consum. Stud.* 2011;35:670–8.
- 403 27. Costa S, Zepeda L, Sirieix L. Exploring the social value of organic food: a qualitative study in
404 France: Exploring the social value of organic food. *Int. J. Consum. Stud.* 2014;38:228–37.
- 405 28. Brown E, Dury S, Holdsworth M. Motivations of consumers that use local, organic fruit and
406 vegetable box schemes in Central England and Southern France. *Appetite.* 2009;53:183–8.
- 407 29. Padilla Bravo C, Cordts A, Schulze B, Spiller A. Assessing determinants of organic food
408 consumption using data from the German National Nutrition Survey II. *Food Qual. Prefer.*
409 2013;28:60–70.
- 410 30. Hercberg S, Castetbon K, Czernichow S, Malon A, Mejean C, Kesse E, et al. The Nutrinet-Santé
411 Study: a web-based prospective study on the relationship between nutrition and health and
412 determinants of dietary patterns and nutritional status. *BMC Public Health.* 2010;10:242.
- 413 31. Touvier M, Méjean C, Kesse-Guyot E, Pollet C, Malon A, Castetbon K, et al. Comparison
414 between web-based and paper versions of a self-administered anthropometric questionnaire.
415 *Eur. J. Epidemiol.* 2010;25:287–96.
- 416 32. Vergnaud A-C, Touvier M, Méjean C, Kesse-Guyot E, Pollet C, Malon A, et al. Agreement
417 between web-based and paper versions of a socio-demographic questionnaire in the NutriNet-
418 Santé study. *Int. J. Public Health.* 2011;56:407–17.
- 419 33. Touvier M, Kesse-Guyot E, Méjean C, Pollet C, Malon A, Castetbon K, et al. Comparison
420 between an interactive web-based self-administered 24 h dietary record and an interview by a
421 dietitian for large-scale epidemiological studies. *Br. J. Nutr.* 2011;105:1055–64.
- 422 34. Lassale C, Castetbon K, Laporte F, Camilleri GM, Deschamps V, Vernay M, et al. Validation of
423 a Web-based, self-administered, non-consecutive-day dietary record tool against urinary
424 biomarkers. *Br. J. Nutr.* 2015;113:953–62.
- 425 35. Baudry J, Méjean C, Allès B, Péneau S, Touvier M, Hercberg S, et al. Contribution of Organic
426 Food to the Diet in a Large Sample of French Adults (the NutriNet-Santé Cohort Study).
427 *Nutrients.* 2015;7:8615–32.
- 428 36. Kesse-Guyot E, Castetbon K, Touvier M, Hercberg S, Galan P. Relative validity and
429 reproducibility of a food frequency questionnaire designed for French adults. *Ann. Nutr.*
430 *Metab.* 2010;57:153–62.
- 431 37. INSEE (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques).
432 <http://www.insee.fr/en/methodes>. Accessed 23 Feb 2015.
- 433 38. Sautron V, Péneau S, Camilleri GM, Muller L, Ruffieux B, Hercberg S, et al. Validity of a
434 questionnaire measuring motives for choosing foods including sustainable concerns.
435 *Appetite.* 2015;87:90–7.
- 436 39. Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work.
437 *Hum. Nutr. Clin. Nutr.* 1985;39 Suppl 1:5–41.

- 438 40. Etude Nutrinet-Santé Table de composition des aliments de l'étude Nutrinet-Santé (Nutrinet-
439 Santé Study Food Composition Database). Paris: Economica; 2013.
- 440 41. Baudry J, Touvier M, Allès B, Péneau S, Méjean C, Galan P, et al. Typology of eaters based on
441 conventional and organic food consumption: results from the NutriNet-Santé cohort study.
442 Br. J. Nutr. In Press; 2016;
- 443 42. Wier M, O'Doherty Jensen K, Andersen LM, Millock K. The character of demand in mature
444 organic food markets: Great Britain and Denmark compared. Food Policy. 2008;33:406–21.
- 445 43. Agence Bio. La Bio en France : de la production à la consommation. 2014.
- 446 44. Drewnowski A, Darmon N. Food Choices and Diet Costs: an Economic Analysis. J. Nutr.
447 2005;135:900–4.
- 448 45. Steenhuis IH, Waterlander WE, de Mul A. Consumer food choices: the role of price and pricing
449 strategies. Public Health Nutr. 2011;14:2220–6.
- 450 46. Petersen SB, Rasmussen MA, Strøm M, Halldorsson TI, Olsen SF. Sociodemographic
451 characteristics and food habits of organic consumers--a study from the Danish National Birth
452 Cohort. Public Health Nutr. 2013;16:1810–9.
- 453 47. Kesse-Guyot E, Péneau S, Méjean C, Szabo de Edelenyi F, Galan P, Hercberg S, et al. Profiles of
454 Organic Food Consumers in a Large Sample of French Adults: Results from the Nutrinet-
455 Santé Cohort Study. PLoS ONE. 2013;8:e76998.
- 456 48. Eisinger-Watzl M, Wittig F, Heuer T, Hoffmann I. Customers Purchasing Organic Food - Do
457 They Live Healthier? Results of the German National Nutrition Survey II. Eur. J. Nutr. Food
458 Saf. 2015;5:59–71.
- 459 49. Alfvén T, Braun-Fahrländer C, Brunekreef B, von Mutius E, Riedler J, Scheynius A, et al.
460 Allergic diseases and atopic sensitization in children related to farming and anthroposophic
461 lifestyle--the PARSIFAL study. Allergy. 2006;61:414–21.
- 462 50. Kummeling I, Thijs C, Huber M, van de Vijver LPL, Snijders BEP, Penders J, et al.
463 Consumption of organic foods and risk of atopic disease during the first 2 years of life in the
464 Netherlands. Br. J. Nutr. 2008;99:598–605.
- 465 51. Huber M, Rembiakowska E, Średnicka D, Bügel S, van de Vijver LPL. Organic food and impact
466 on human health: Assessing the status quo and prospects of research. NJAS - Wagening. J.
467 Life Sci. 2011;58:103–9.
- 468 52. Bradbury KE, Balkwill A, Spencer EA, Roddam AW, Reeves GK, Green J, et al. Organic food
469 consumption and the incidence of cancer in a large prospective study of women in the United
470 Kingdom. Br. J. Cancer. 2014;110:2321–6.
- 471 53. Bradman A, Quirós-Alcalá L, Castorina R, Aguilar Schall R, Camacho J, Holland NT, et al.
472 Effect of Organic Diet Intervention on Pesticide Exposures in Young Children Living in
473 Low-Income Urban and Agricultural Communities. Environ. Health Perspect. 2015;
- 474 54. Tuomisto HL, Hodge ID, Riordan P, Macdonald DW. Does organic farming reduce
475 environmental impacts?--a meta-analysis of European research. J. Environ. Manage.
476 2012;112:309–20.
- 477 55. FAO. (2010). Definition of sustainable diets. International scientific symposium. Biodiversity
478 and sustainable diets united against hunger. Rome, Italy: FAO Headquarters.
- 479 56. Macdiarmid JI, Kyle J, Horgan GW, Loe J, Fyfe C, Johnstone A, et al. Sustainable diets for the
480 future: can we contribute to reducing greenhouse gas emissions by eating a healthy diet? Am.
481 J. Clin. Nutr. 2012;96:632–9.
- 482 57. Vieux F, Darmon N, Touazi D, Soler LG. Greenhouse gas emissions of self-selected individual
483 diets in France: Changing the diet structure or consuming less? Ecol. Econ. 2012;75:91–101.

Table 1. Characteristics of the participants, NutriNet-Santé Study, N=22,966¹

	Total sample
Sex (%)	
Women	75.5
Men	24.5
Age (y)	53.7 ± 13.6
Proportion of organic food in the diet²	0.28 ± 0.26
Total energy intake (kcal/day)	1989 ± 627
Educational level (%)	
< High school diploma	23.1
High school diploma	15.5
> High school diploma	61.4
Monthly income per household unit (%)	
Refuse to declare	12.5
900-1200 euros	10.6
1200-1800 euros	21.7
1800-2700 euros	25.7
>2700 euros	29.5
Place of residence (%)	
Rural community	22.0
Urban unit with a population smaller than 20 000 inhabitants	15.7
Urban unit with a population	18.3

between 20 000 and 200 000

inhabitants

Urban unit with a population higher

44.0

than 200 000 inhabitants

¹Values are means \pm SD or % as appropriate

²Ratios are computed by averaging the total organic food intake (g/day) out of the total intake excluding water (g/day)

Table 2. Mean food choice motive dimension scores, NutriNet-Santé Study, N=22,966¹

Ranking	Dimension	Mean \pm SD
1	Taste	8.90 \pm 1.24
2	Health	7.68 \pm 1.68
3	Absence of contaminants	7.66 \pm 2.09
4	Local and traditional production	7.51 \pm 1.73
5	Price	7.33 \pm 1.91
6	Ethics and environment	5.85 \pm 2.03
7	Convenience	5.48 \pm 2.53
8	Innovation	3.53 \pm 2.09
9	Environmental limitations	2.79 \pm 2.15
Second order dimension	<i>Healthy and environmentally friendly consumption</i>	7.17 \pm 1.57

¹Values are means \pm SD

Table 3. Associations between food choice motive dimension scores and clusters of consumers, NutriNet-Santé Study, N=22,966¹

	Standard conventional food small eaters	Unhealthy conventional food big eaters		Standard organic food small eaters		Green organic food eaters		Hedonist moderate organic food eaters	
	<i>OR</i>	<i>OR</i>	<i>95% CI</i>	<i>OR</i>	<i>95% CI</i>	<i>OR</i>	<i>95% CI</i>	<i>OR</i>	<i>95% CI</i>
Absence of contaminants	1 (ref)	0.91	(0.84-0.98)	3.21	(3.00-3.45)	8.62	(7.73-9.62)	1.34	(1.17-1.53)
Environmental limitations	1 (ref)	0.81	(0.75-0.87)	1.90	(1.78-2.03)	3.21	(2.92-3.52)	1.05	(0.92-1.20)
Ethics and environment	1 (ref)	0.79	(0.73-0.85)	3.37	(3.14-3.63)	9.48	(8.44-10.65)	1.51	(1.32-1.72)
Taste	1 (ref)	1.13	(1.05-1.22)	1.22	(1.14-1.30)	1.34	(1.23-1.47)	1.30	(1.14-1.48)
Innovation	1 (ref)	1.03	(0.95-1.11)	0.84	(0.78-0.89)	0.65	(0.60-0.72)	0.96	(0.85-1.10)
Local and traditional production	1 (ref)	0.90	(0.83-0.97)	3.01	(2.81-3.23)	5.78	(5.21-6.42)	1.55	(1.36-1.77)
Price	1 (ref)	1.22	(1.13-1.32)	0.58	(0.54-0.62)	0.39	(0.36-0.43)	0.69	(0.61-0.79)

Health	1 (ref)	0.97	(0.90-1.05)	1.78	(1.66-1.90)	3.01	(2.73-3.31)	0.80	(0.70-0.91)
Convenience	1 (ref)	1.02	(0.95-1.10)	0.65	(0.61-0.69)	0.57	(0.52-0.62)	0.71	(0.62-0.81)
<i>Healthy and environmentally friendly consumption</i>	1 (ref)	0.84	(0.78-0.91)	3.74	(3.48-4.03)	11.24	(9.95-12.70)	1.33	(1.16-1.52)

¹The odds ratios reflect the probability of having a score above median and are adjusted for sex, age, educational level and household income, “standard conventional food small eaters” used as the reference category

Supplemental Table 1. Overview of the 63 questionnaire items included in the first- and second-order dimensions determined by factor analysis

Dimension	Questionnaire item
<i>First-order dimension</i>	
	Exposure to chemicals (F)
	Fishing method (F)
Absence of contaminants (5 items)	Additives (D)
	Exposure to chemicals (G)
	Additives (G)
	Not buying for environmental reasons (F)
Environmental limitations (4 items)	Not buying for environmental reasons (D)
	Not buying for environmental reasons (M)
	Not buying for environmental reasons (FV)
	Pollution caused by production (G)
	Respect for human/workers' rights (G)
	Impact on earth's resources (G)
	Respect for working conditions (G)
	Production waste (G)
Ethics and Environment (18 items)	Pollution caused by transport (G)
	Environmental impact (G)
	Energy expenditure (G)
	Occupational integration (G)
	Fair payment for producers (G)
	Environmental impact (M)
	Environmental impact (FV)

	Amount of packaging (G)
	Fair trade product (G)
	Environmental impact (D)
	Respect of hygiene conditions (G)
	Political values of the country of the food's origin (G)
	Environmental impact (F)
	Taste of food (FV)
Taste (4 items)	Taste of food (D)
	Taste of food (G)
	Taste of food (M)
	Original or innovative product (D)
Innovation (4 items)	Original or innovative product (M)
	Original or innovative product (G)
	Innovative fabrication/conservation process (G)
	Local product (G)
	Proximity of production (G)
	Artisanal product (G)
	National production (G)
Local and traditional Production (12 items)	Proximity of production (FV)
	Support for small-scale producers (G)
	Support for small-scale producers (M)
	Product with label (G)
	Food produced by cooperative (FV)
	Origin of production (M)
	Seasonal product (G)

	Traditional product (G)
	Price of food (F)
	Price of food (D)
Price (6 items)	Price of food (FV)
	Price of food (M)
	Price of food (G)
	Price-quality ratio (G)
	Specific motivation for health issues (FV)
	Specific motivation for health issues (F)
Health (6 items)	Nutritional composition (D)
	Health impact (G)
	Health impact (M)
	Nutritional composition (G)
	Cooking convenience (M)
Convenience (4 items)	Cooking convenience (FV)
	Cooking convenience (F)
	Cooking convenience (G)

Second-order dimension

Ethics and Environment dimension

Healthy and environmentally friendly consumption *Local and traditional production dimension*

Health dimension

Absence of contaminants dimension

G: items constituting the part of the questionnaire regarding food choice motives in general

M: items constituting the part of the questionnaire regarding food choice motives for meat

FV: items constituting the part of the questionnaire regarding food choice motives for fruits and vegetables

D: items constituting the part of the questionnaire regarding food choice motives for dairy products

F: items constituting the part of the questionnaire regarding food choice motives for fish

Supplemental Table 2. Mean values of the 32 variables (16x2 food group consumption) in grams per day included in the principal component analysis across clusters, NutriNet-Santé Study, N=22,966¹

	Standard conventional		Unhealthy conventional		Standard organic		Green organic		Hedonist moderate	
	food small eaters		food big eaters		food small eaters		food eaters		organic food eaters	
N (%)	8819 (38%)		4405 (19%)		5983 (26%)		2640 (11%)		1119 (5%)	
<i>Intake by food group (g/day)</i>	<i>Convention</i>	<i>Organic</i>	<i>Convention</i>	<i>Organic</i>	<i>Convention</i>	<i>Organic</i>	<i>Convention</i>	<i>Organic</i>	<i>Convention</i>	<i>Organic</i>
	<i>al food</i>	<i>food</i>	<i>al food</i>	<i>food</i>	<i>al food</i>	<i>food</i>	<i>al food</i>	<i>food</i>	<i>al food</i>	<i>food</i>
Fruits and vegetables (including juices and soups)	490.84 ±	96.67 ±	755.27 ±	89.64 ±	364.64 ±	385.69 ±	218.1 ±	762.53 ±	433.6 ±	205.24 ±
	293.19	129.52	424.55	154.27	265.78	264.44	235.03	431.54	275.69	215.41
Seafood	32.91 ±	2.71 ±	57.09 ±	2.65 ±	35.02 ±	13.35 ±	34.1 ±	20.74 ±	46.07 ±	13.57 ±
	27.52	6.76	55.09	8.35	31.79	18.64	37.02	29.5	42.58	29.01
Meat, poultry, processed meat	89.14 ±	9.43 ±	165.98 ±	10.84 ±	60.51 ±	36.75 ±	36.29 ±	47.11 ±	124.88 ±	31.97 ±
	52.75	15.09	100.03	21.96	47.67	38.2	42.6	49.79	84.79	47.39
Eggs	5.01 ± 6.07	3.32 ±	10.67 ±	4.11 ±	2.18 ± 4.19	9.41 ±	1.04 ± 3.39	14.26 ±	5.91 ± 8.78	7.02 ±
		5.32	14.66	7.56		9.78		14.96		9.79
Dairy products	216.34 ±	28.02 ±	310.69 ±	24.68 ±	124.99 ±	114.46 ±	50.52 ±	145.18 ±	142.17 ±	49.31 ±
	167.91	58.83	226.41	62.93	126.75	128.07	82.87	176.81	122.69	75.59
Starchy foods	131.97 ±	16.43 ±	214.52 ±	15.94 ±	85.62 ±	62.82 ±	39.81 ±	135.82 ±	146.45 ±	38.03 ±
	77.91	24.52	118.96	28.38	70.08	47.7	54.62	108.84	90.82	43.9
Whole grain products	30.67 ±	7.59 ±	39.91 ±	6.09 ±	26.78 ±	37.63 ±	13.48 ±	96.65 ±	34.71 ±	16.94 ±
	45.49	19.44	60.92	19.07	39.6	47.62	25.69	94.02	51.57	36.99

Oil	11.46 ±	2.77 ±	21.29 ±	2.56 ±	7.28 ± 8.95	12.63 ±	3.04 ± 6.78	26.64 ±	12.91 ±	7.19 ±
	9.65	5.12	16.91	6.01		11.35		19.09	12.05	9.73
Butter/Margarine	4.98 ± 4.9	0.56 ±	9.34 ± 8.79	0.58 ±	3.05 ± 4.19	2.83 ±	1.19 ± 2.98	4.94 ±	5.86 ± 6.12	1.76 ±
		1.42		2.01		3.76		6.44		3.18
Sweetened foods	54.14 ±	5.93 ±	94.98 ±	6.17 ±	38.72 ±	23.24 ±	25.71 ±	45.64 ±	49.45 ±	13.85 ±
	39.72	9.04	74.83	12.06	32.7	19.61	28.46	36.28	37.69	16.79
Alcoholic beverages	62.56 ±	4.24 ±	101.28 ±	3.72 ±	55.13 ± 65	17.63 ±	47.95 ±	46.85 ±	425.36 ±	92.46 ±
	79.29	11.38	121.14	11.82		28.05	74.88	76.12	337.49	120.98
Non-alcoholic drinks	1543.08 ±	79.78 ±	1884.85 ±	62.11 ±	1409.18 ±	345.07 ±	1146.17 ±	682.93 ±	1446.15 ±	151.06 ±
	667.91	149.54	856.68	147.55	668.23	322.37	628.26	476.59	662.56	225.59
Fast food	26.43 ±	1.38 ±	44.47 ±	1.47 ±	20.03 ± 20	8.15 ±	15.34 ±	19.03 ±	30.87 ±	5.28 ±
	21.02	3.38	49.86	5.05		10.23	40.91	25.03	26.53	9.41
Extra food (including snacks, chips, salted biscuits, dressing and sauces)	10.61 ±	0.92 ±	22.75 ±	1.18 ±	8.98 ± 8.9	5.53 ±	6.39 ± 9.09	17.48 ±	15.36 ±	3.01 ±
	8.56	2.5	19.9	4.1		7.51		18.48	13.5	5.07
Dairy and meat substitutes (including soy based products)	5.59 ±	6.57 ±	7.3 ± 38.43	5.05 ±	5.79 ±	23.16 ±	8.24 ±	95.81 ±	3.5 ± 18.21	6.18 ±
	29.72	37.09		34.63	23.27	68.48	49.72	170.64		36.04
Other fats (including mayonnaise, fresh cream, vegetal fresh cream)	2.18 ± 2.32	0.22 ±	5.31 ± 7.11	0.32 ±	1.64 ± 2.29	1.26 ±	0.88 ± 2.28	3.58 ±	2.13 ± 2.6	0.57 ±
		0.63		1.4		1.87		5.55		1.19

¹Values are means ± SD

Supplemental Table 3. Mean food choice dimension scores across clusters of consumers, NutriNet-Santé Study, N=22,966¹

	Standard conventional food small eaters		Unhealthy conventional food big eaters		Standard organic food small eaters		Green organic food eaters		Hedonist moderate organic food eaters	
	<i>Mean</i>	<i>95%CI</i>	<i>Mean</i>	<i>95%CI</i>	<i>Mean</i>	<i>95%CI</i>	<i>Mean</i>	<i>95%CI</i>	<i>Mean</i>	<i>95%CI</i>
Absence of contaminants	7.02	(6.97-7.06)	6.84	(6.79-6.9)	8.31	(8.26-8.37)	8.94	(8.87-9.02)	7.40	(7.29-7.51)
Environmental limitations	2.49	(2.43-2.54)	2.24	(2.17-2.3)	3.33	(3.27-3.39)	4.15	(4.07-4.24)	2.57	(2.45-2.69)
Ethics and environment	5.25	(5.2-5.29)	5.03	(4.97-5.08)	6.52	(6.47-6.57)	7.32	(7.25-7.39)	5.67	(5.57-5.78)
Taste	8.70	(8.67-8.73)	8.77	(8.73-8.80)	8.85	(8.82-8.89)	8.89	(8.84-8.94)	8.91	(8.83-8.98)
Innovation	3.81	(3.76-3.86)	3.83	(3.77-3.90)	3.64	(3.58-3.70)	3.32	(3.24-3.41)	3.82	(3.7-3.94)
Local and traditional production	6.96	(6.93-7.00)	6.81	(6.76-6.86)	7.98	(7.94-8.03)	8.43	(8.37-8.5)	7.40	(7.31-7.50)
Price	7.67	(7.63-7.72)	7.86	(7.81-7.92)	7.09	(7.04-7.14)	6.65	(6.57-6.72)	7.27	(7.16-7.38)
Health	7.33	(7.29-7.37)	7.24	(7.19-7.28)	7.88	(7.83-7.92)	8.19	(8.12-8.25)	7.12	(7.03-7.22)
Convenience	5.65	(5.58-5.71)	5.66	(5.58-5.74)	5.08	(5.00-5.15)	4.83	(4.73-4.93)	5.15	(5.00-5.31)

Healthy and

environmentally

6.64

(6.61-6.67)

6.48

(6.44-6.52)

7.67

(7.63-7.71)

8.22

(8.17-8.28)

6.90

(6.82-6.98)

friendly consumption

¹Values are means (95% confidence intervals) adjusted for sex, age, educational level and household income

Supplemental Table 4. Mean food choice dimension scores across quartiles of consumption of organic food in the diet, NutriNet-SantéStudy, N=22,966^{1 2}

	Q1 [0.00;0.05[		Q2 [0.05;0.21[		Q3 [0.21;0.44[		Q4 [0.44;1]		p trend ²
	<i>Mean</i>	<i>95%CI</i>	<i>Mean</i>	<i>95%CI</i>	<i>Mean</i>	<i>95%CI</i>	<i>Mean</i>	<i>95%CI</i>	
Absence of contaminants	6.44	(6.39-6.49)	7.26	(7.21-7.31)	7.92	(7.87-7.97)	8.73	(8.68-8.79)	<0.0001
Environmental limitations	2.10	(2.05-2.16)	2.52	(2.46-2.58)	3.00	(2.94-3.06)	3.83	(3.77-3.89)	<0.0001
Ethics and environment	4.72	(4.67-4.76)	5.40	(5.35-5.45)	6.10	(6.05-6.15)	7.07	(7.02-7.12)	<0.0001
Taste	8.65	(8.62-8.68)	8.78	(8.75-8.82)	8.86	(8.82-8.89)	8.89	(8.85-8.92)	<0.0001
Innovation	3.85	(3.79-3.90)	3.79	(3.73-3.85)	3.76	(3.70-3.82)	3.45	(3.39-3.51)	<0.0001
Local and traditional production	6.48	(6.44-6.52)	7.16	(7.11-7.20)	7.71	(7.66-7.75)	8.32	(8.28-8.37)	<0.0001
Price	7.88	(7.83-7.93)	7.59	(7.54-7.65)	7.38	(7.33-7.43)	6.78	(6.73-6.84)	<0.0001
Health	7.01	(6.96-7.05)	7.43	(7.38-7.47)	7.72	(7.68-7.77)	8.04	(8.00-8.09)	<0.0001
Convenience	5.77	(5.70-5.84)	5.52	(5.45-5.59)	5.28	(5.21-5.35)	4.90	(4.83-4.97)	<0.0001
<i>Healthy and environmentally friendly</i>	6.16	(6.13-6.20)	6.81	(6.77-6.85)	7.36	(7.32-7.40)	8.04	(8.00-8.08)	<0.0001

consumption

Q: quartile

¹Values are means (95% confidence intervals) adjusted for sex, age, educational level and household income

²P for linear contrast

Supplemental Table 5. Associations between food choice motive dimension scores and quartiles of consumption of organic food in the diet, NutriNet-Santé Study, N=22,966¹

	Q1 [0.00;0.05[	Q2 [0.05;0.21[	Q3 [0.21;0.44[	Q4 [0.44;1]	p trend ²			
	<i>OR</i>	<i>OR</i>	<i>95% CI</i>	<i>OR</i>	<i>95% CI</i>	<i>OR</i>	<i>95% CI</i>	
Absence of contaminants	1 (ref)	1.81	(1.66-1.97)	3.25	(2.99-3.53)	8.70	(7.98-9.50)	<0.0001
Environmental limitations	1 (ref)	1.39	(1.29-1.50)	2.05	(1.90-2.21)	3.64	(3.37-3.94)	<0.0001
Ethics and environment	1 (ref)	1.73	(1.59-1.88)	3.44	(3.16-3.73)	10.34	(9.44-11.31)	<0.0001
Taste	1 (ref)	1.14	(1.06-1.23)	1.26	(1.17-1.36)	1.34	(1.25-1.45)	<0.0001
Innovation	1 (ref)	0.92	(0.85-0.99)	0.87	(0.80-0.93)	0.69	(0.64-0.74)	<0.0001
Local and traditional production	1 (ref)	1.69	(1.56-1.84)	3.23	(2.98-3.50)	7.21	(6.62-7.84)	<0.0001
Price	1 (ref)	0.77	(0.71-0.83)	0.61	(0.56-0.66)	0.36	(0.33-0.38)	<0.0001
Health	1 (ref)	1.36	(1.26-1.47)	1.89	(1.75-2.04)	2.99	(2.76-3.23)	<0.0001

Convenience	1 (ref)	0.84	(0.78-0.90)	0.68	(0.64-0.74)	0.52	(0.48-0.56)	<0.0001
<i>Healthy and environmentally friendly consumption</i>	1 (ref)	1.94	(1.78-2.11)	3.84	(3.54-4.18)	12.30	(11.22-13.50)	<0.0001

Q: quartile

¹ Subjects are classified into four quartiles (Q) of consumption of organic food according to their proportion of organic food in their diet. The odds ratios reflect the probability of having a score above median and are adjusted for sex, age, educational level and household income, first quartile (Q1) used as the reference category

² P value for trend obtained by entering the quartile into the model as an ordinal variable

***PARTIE III : LIENS ENTRE
PART DE BIO DANS LE
REGIME ET DONNEES
CLINIQUES ET
BIOLOGIQUES***

I. Association transversale entre part de bio dans l'alimentation et syndrome métabolique

A. Introduction

Depuis quelques décennies, parmi les nouveaux facteurs de risque évoqués dans la littérature concernant l'apparition de pathologies cardiométaboliques (Mnif et al. 2011), sont cités les perturbateurs endocriniens dont beaucoup de pesticides font partie. En particulier, une revue récente de la littérature a souligné l'importance de l'exposition aux pesticides persistants dans le développement du diabète de type II en population générale (D.-H. Lee et al. 2014). Divers mécanismes seraient impliqués comme la perturbation du système endocrinien, la stimulation de l'adipogénèse ou des voies engageant la flore intestinale. Les organochlorés, interdits dans l'Union Européenne mais très persistants, altéreraient les métabolismes glucidique et lipidique et les organophosphorés perturberaient l'homéostasie glucidique (Androutsopoulos et al. 2013). Certains pesticides pourraient altérer la régulation des comportements alimentaires et la différenciation des adipocytes (Mostafalou et Abdollahi 2013). L'effet dose semble également jouer un rôle très important dans la relation exposition aux pesticides et diabète de type II (D.-H. Lee et al. 2014). Les données actuelles soutiennent en outre la plausibilité d'un lien entre exposition aux pesticides et obésité (Thayer et al. 2012) malgré le faible niveau de preuve lié au trop faible nombre d'études. Une étude transversale a par ailleurs montré un lien entre la prévalence du syndrome métabolique chez 721 participants non diabétiques et les organochlorés (D.-H. Lee et al. 2007). Parallèlement, les consommateurs sont de plus en plus préoccupés par la qualité sanitaire de ce qu'ils mangent comme en témoigne notre étude relative aux motivations et d'autres travaux (CREDOC 2016 ; Grunert 2005) et sont de plus en plus nombreux à se tourner vers les produits bio - dont le cahier des charges interdit l'utilisation de pesticides chimiques de synthèse - pour ces raisons (Agence Bio/CSA 2016). Toutefois, à notre connaissance, le lien entre régime à base de produits bio et santé métabolique n'a jamais été exploré de façon directe. *Dans ce contexte, cette étude transversale visait à examiner l'association entre la part de produits bio dans le régime (au global et par groupe alimentaire) et le syndrome métabolique dans un échantillon d'individus adultes de la cohorte NutriNet-Santé.*

B. Méthodes

Les analyses ont été réalisées chez 8174 individus de la cohorte NutriNet-Santé ayant participé au volet clinico-biologique de l'étude NutriNet-Santé au cours duquel les données nécessaires à l'identification du statut pour le syndrome métabolique ont été collectées. Les données sociodémographiques et du mode de vie ont été recueillies à l'aide de questionnaires auto-administrés sur Internet. Les consommations alimentaires et la part relative en bio sont issues des données collectées au moyen du FFQ bio.

Un sujet a été défini comme ayant le syndrome métabolique (Alberti et al. 2009) lorsqu'il présentait au moins trois critères parmi les suivants :

- obésité abdominale : tour de taille ≥ 94 cm chez les hommes et ≥ 80 cm chez les femmes
- hypertension (pression artérielle systolique (PAS)/pression artérielle diastolique (PAD) $\geq 130/85$ mmHg) ou prise de médicaments anti-hypertenseurs
- hypertriglycéridémie (≥ 150 mg/dL) ou prise de médicaments anti-hypertriglycéridémie
- faible taux de cholestérol HDL (< 40 mg/dL chez les hommes ou < 50 mg/dL chez les femmes)
- hyperglycémie (glycémie à jeun > 100 mg/dL) ou prise de médicaments hypoglycémifiants.

Les caractéristiques des sujets ont été comparées selon les tertiles de la part de bio dans le régime et les différences ont été évaluées en utilisant des tests de contraste linéaire pour les variables continues et des tests de Chi² de tendance de Mantel-Haenszel pour les variables catégorielles.

Un total de plus de 16% de sujets présentait un syndrome métabolique dans l'échantillon. En raison de cette fréquence élevée de l'occurrence de la pathologie ($> 10\%$), qui ne pouvait plus être considérée comme une maladie rare, les RC (Rapports de Cotes) provenant de régressions logistiques standards ne pouvaient être utilisés comme proxy des Risques Relatifs (Zhang et Yu 1998). La méthode alternative décrite par Zou et al. basée sur les régressions de Poisson avec erreurs de variance robustes a été utilisée (Zou 2004). Des régressions de Poisson ont donc permis d'estimer des prévalence-ratios (PR) et des IC_{95%} afin d'évaluer l'association entre la présence de syndrome métabolique (variable binaire dépendante) et les tertiles de la part de bio dans le régime ainsi que les tertiles de la part en bio de 16 groupes alimentaires, ajustés sur les facteurs sociodémographiques et du mode de vie.

Des analyses supplémentaires ont permis d'évaluer la relation entre la présence du syndrome métabolique et la part de bio dans le régime (sans l'eau) en continue stratifiée selon différents facteurs :

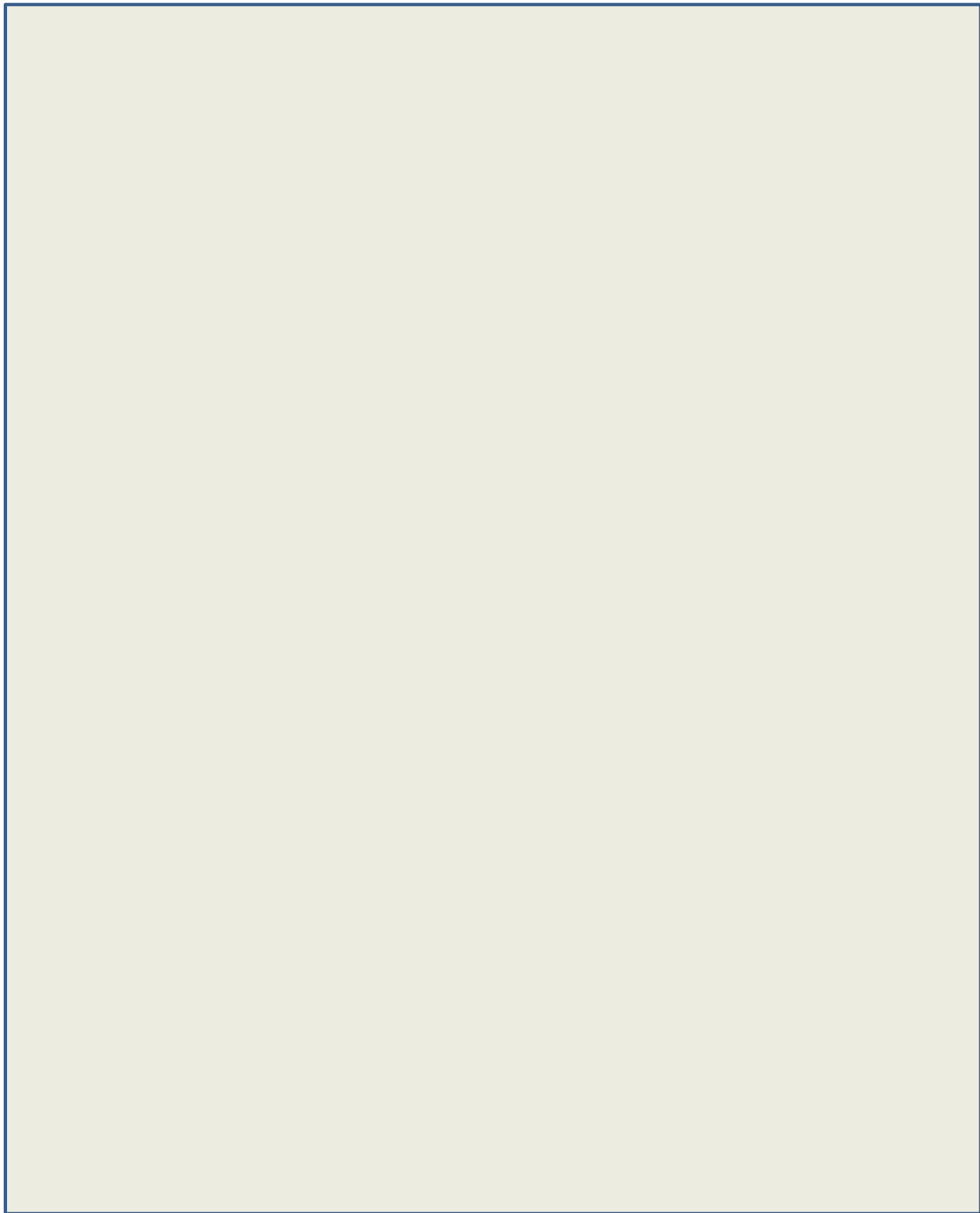
les tertiles sexe-spécifiques de la consommation d'alcool, les tertiles de la qualité nutritionnelle du régime évaluée au moyen du PNNS-GS sans l'activité physique (mPNNS-GS), les 3 classes de niveaux d'activité physique et les 3 catégories concernant le statut tabagique.

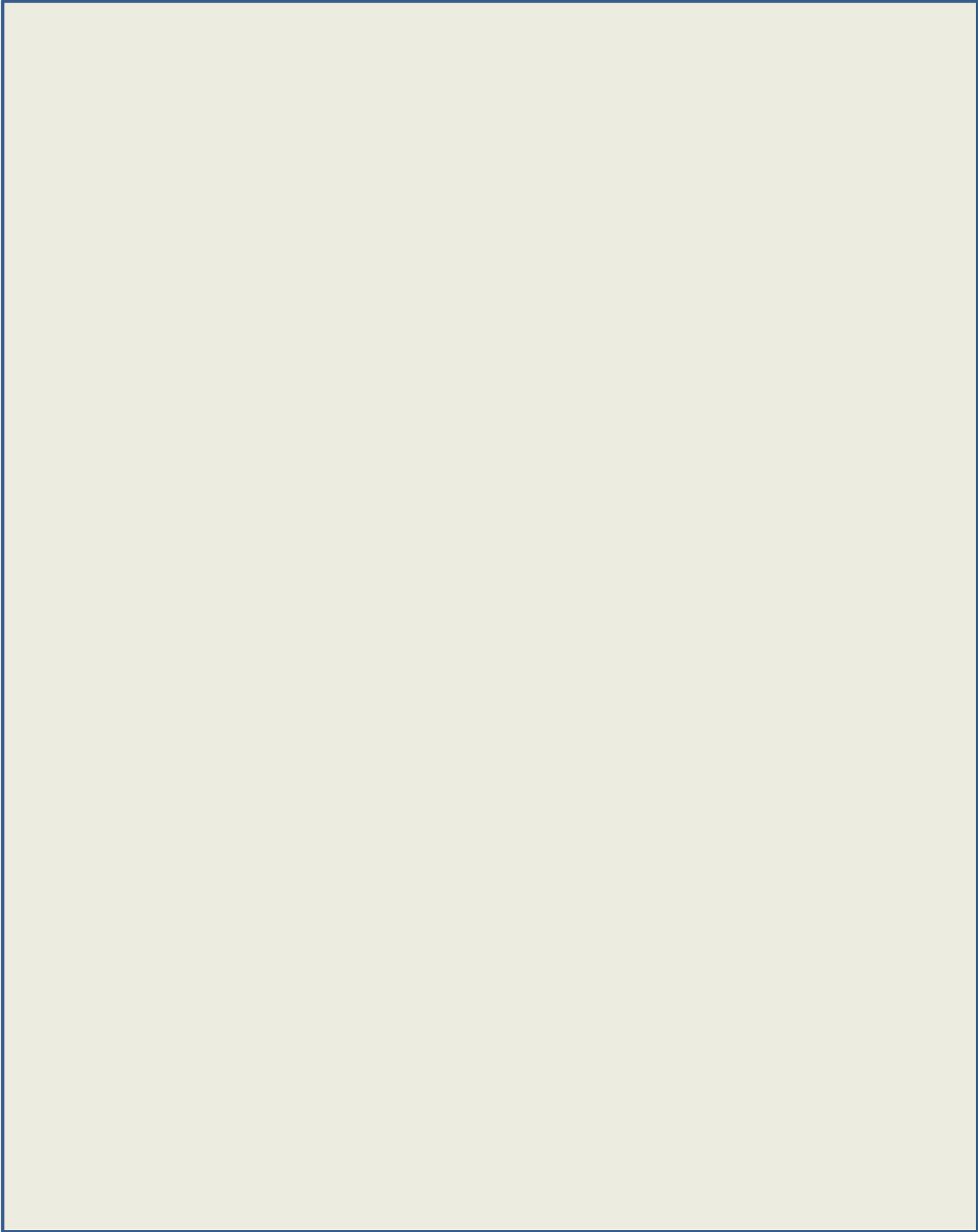
C. Résultats

Le Tableau 12 présente les principales caractéristiques de l'échantillon selon les tertiles de part de bio dans le régime. Le pourcentage d'hommes, d'individus avec un faible niveau d'études, de fumeurs, ayant un faible niveau d'activité physique et habitant en milieu très urbanisé diminuait avec la part de bio dans le régime. L'âge moyen diminuait également avec la part de bio dans le régime. Aucune association n'a été observée entre revenus et part de bio dans le régime. Globalement, les profils nutritionnels des individus dont la part de bio dans le régime était plus élevée étaient plus favorables pour la santé (mPNNS-GS plus élevé). Concernant les variables clinico-biologiques, l'IMC, la pression artérielle (systolique et diastolique), le cholestérol-LDL, les triglycérides sériques ainsi que la glycémie à jeun et le tour de taille diminuaient avec la part de bio dans le régime.

Tableau 12 Principales caractéristiques de l'échantillon d'étude selon la part de bio dans le régime en tertiles, n=8 174, NutriNet-Santé

Caractéristiques	Tertile 1 (n=2 724)	Tertile 2 (n=2 725)	Tertile 3 (n=2 725)	P ¹
Hommes, %	38,99	30,53	25,98	<0,0001
Age, années	59,03 (12,84)	57,96 (12,41)	57,50 (11,71)	<0,0001
Part de bio dans le régime	0,04 (0,04)	0,24 (0,07)	0,62 (0,18)	<0,0001
Niveau d'études, %				<0,0001
< Baccaauréat	25,07	23,45	20,95	
Baccaauréat	14,94	14,20	14,02	
> Baccaauréat	59,99	62,35	65,03	
Vit seul, %	10,39	10,94	11,41	0,023
Revenu mensuel par unité de consommation, %				0,81
<i>Refuse de déclarer</i>	10,5	9,28	10,06	
900-1200 €	8,48	7,05	7,67	
1200-1800 €	19,13	18,61	20,07	
1800-2700 €	25,40	27,74	26,86	
>2700 €	36,49	37,32	35,34	
Statut tabagique, %				0,016
<i>Non-fumeur</i>	45,34	47,78	50,17	
<i>Ancien fumeur</i>	44,42	43,41	43,01	





Produits apéritifs (snacks, chips, biscuits salés, sauces et vinaigrettes)	1 (réf)	0,96 (0,86; 1,07)	0,76 (0,67; 0,85)	<0,0001
Autres matières grasses (mayonnaise, crème fraîche)	1 (réf)	1,09 (0,97; 1,23)	0,89 (0,79; 1,00)	0,007
Substituts aux produits d'origine animale³ (dont produits à base de soja)	N/A	1 (réf)	0,75 (0,62; 0,91)	0,002
Produits d'origine végétale (fruits et légumes, féculents, produits complets, huile, substituts aux produits d'origine animale)	1 (réf)	0,96 (0,86; 1,07)	0,76 (0,67; 0,86)	<0,0001

Les valeurs sont les PR (IC_{95%}) de la relation entre les tertiles de la part consommée en bio des différents groupes alimentaires et le syndrome métabolique modélisé en tant que variable binaire.

¹ Modèle ajusté sur le sexe, l'âge, le niveau d'études, le revenu, le niveau d'activité physique, le statut tabagique, la saison de prélèvement, le délai entre le remplissage du FFQ bio et la visite, l'apport énergétique, le mPNNS-GS et la consommation du groupe alimentaire.

² P issu de la régression de Poisson.

³ Les non-consommateurs de ce groupe alimentaire étant particulièrement nombreux, les groupes ont été définis par rapport à la médiane.

Le Tableau 15 présente les analyses stratifiées selon les tertiles du mPNNS-GS (traduisant la qualité nutritionnelle de l'alimentation). La probabilité de présenter le syndrome métabolique était plus faible chez les individus dont la part de bio dans l'alimentation était plus élevée quel que soit la qualité nutritionnelle de leur régime après ajustement sur les variables sociodémographiques et du mode de vie. En revanche, ces associations étaient fortement atténuées et n'étaient plus significatives après ajustement sur l'IMC (P>0,05).

Tableau 15 Association entre la part de bio dans le régime et le syndrome métabolique, stratifiée selon les tertiles du mPNNS-GS, n=8 174, NutriNet-Santé

Les valeurs sont les PR (IC_{95%}) de la relation entre les tertiles de la part de bio dans le régime et le syndrome métabolique modélisée en tant que variable binaire, stratifiée sur les tertiles du

	mPNNS-GS faible (n=2 777)			P ¹	mPNNS-GS intermédiaire (n=2 713)			P ¹	mPNNS-GS élevé (n=2 684)			P ¹	
	Tertile 1	Tertile 2	Tertile 3		Tertile 1	Tertile 2	Tertile 3		Tertile 1	Tertile 2	Tertile 3		
mPNNS-GS	6,63	6,76	6,65		8,76	8,78	8,81		10,43	10,46	10,50		
Part de bio dans le régime	0,02 (0,02)	0,19 (0,07)	0,57 (0,18)		0,04 (0,04)	0,23 (0,07)	0,62 (0,18)		0,06 (0,05)	0,29 (0,07)	0,68 (0,16)		
N	925	926	926		904	905	904		894	895	895		
Cas	195	161	113		193	150	104		175	159	113		
		PR (IC _{95%})				PR (IC _{95%})				PR (IC _{95%})			
Modèle 1 ²	1 (réf)	0,82 (0,68, 1,00)	0,58 (0,47, 0,72)	<0,0001	1 (réf)	0,78 (0,64, 0,94)	0,54 (0,43, 0,67)	<0,0001	1 (réf)	0,91 (0,75, 1,10)	0,64 (0,52, 0,80)	<0,0001	
Modèle 2 ³	1 (réf)	0,90 (0,75, 1,07)	0,68 (0,55, 0,84)	0,001	1 (réf)	0,86 (0,71, 1,04)	0,65 (0,52, 0,81)	0,0003	1 (réf)	1,04 (0,86, 1,26)	0,78 (0,63, 0,97)	0,018	
Modèle 3 ⁴	1 (réf)	1,05 (0,88, 1,26)	0,87 (0,71, 1,08)	0,207	1 (réf)	0,91 (0,75, 1,10)	0,83 (0,67, 1,02)	0,200	1 (réf)	1,11 (0,92, 1,34)	0,92 (0,74, 1,13)	0,175	

mPNNS-GS.

¹P issu de la régression de Poisson.

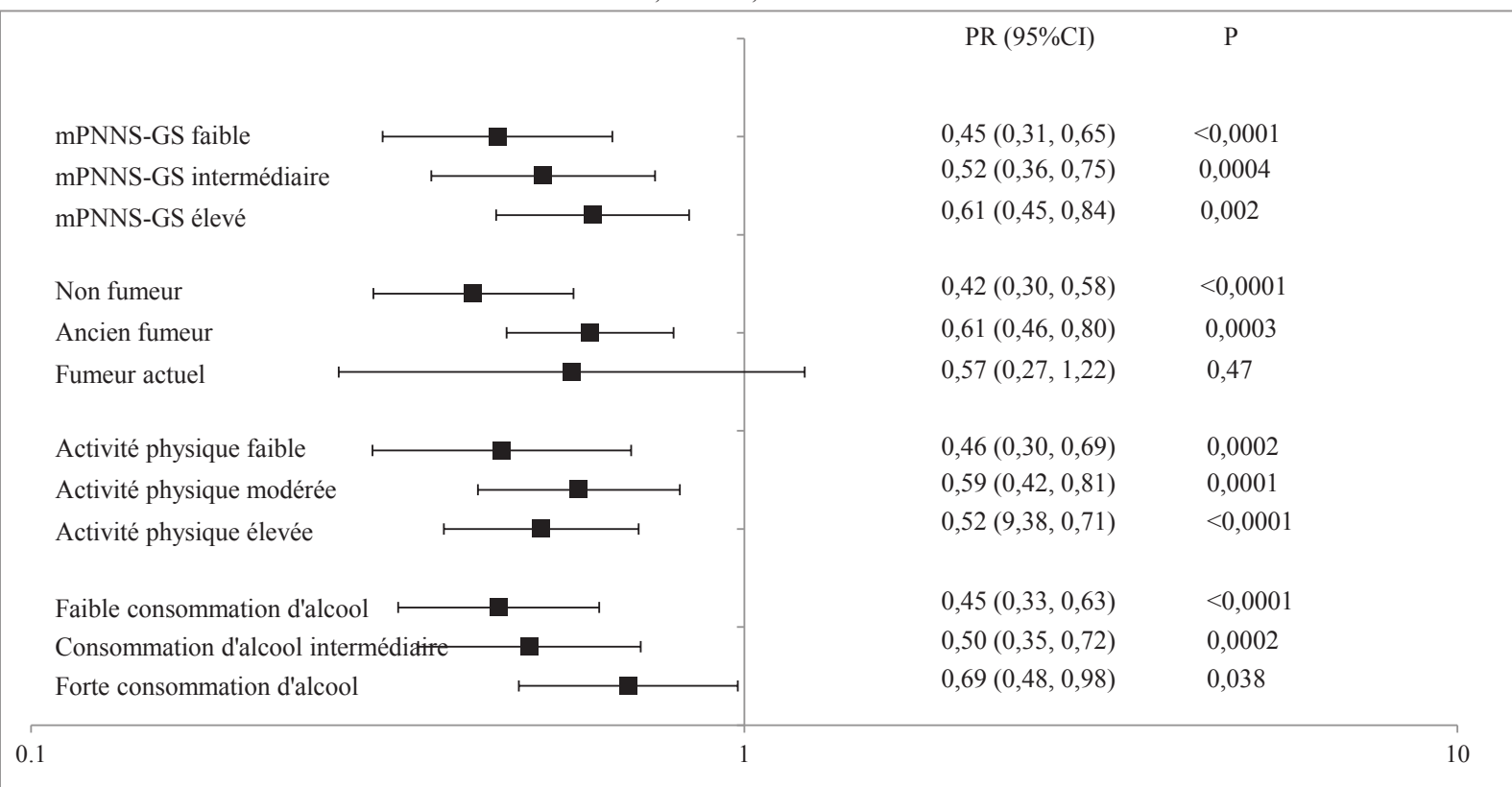
²Modèle non ajusté.

³Modèle ajusté sur le sexe, l'âge, le niveau d'études, le revenu, le niveau d'activité physique, le statut tabagique, la saison de prélèvement, le délai entre le remplissage du FFQ bio et la visite, l'apport énergétique et le mPNNS-GS en tant que variable continue.

⁴Modèle 2 + IMC.

Après stratification selon différents facteurs du mode de vie (qualité nutritionnelle du régime via le mPNNS-GS, statut tabagique, niveau d'activité physique et consommation d'alcool), de manière générale, la part de bio modélisée en tant que variable continue était négativement associée au syndrome métabolique, excepté chez les fumeurs (Figure 19).

Figure 19 Association entre la part de bio modélisée en tant que variable continue et le syndrome métabolique, stratifiée selon différents facteurs du mode de vie, n=8 174, NutriNet-Santé



¹Modèles ajustés sur le sexe, l'âge, le niveau d'études, le revenu, la saison de prélèvement, le délai entre le remplissage du FFQ bio et la visite, l'apport énergétique, le mPNNS-GS et les autres variables présentées dans la Figure

Globalement, les résultats observés sont en faveur d'une probabilité plus faible de présenter le syndrome métabolique chez les individus dont la part de bio est élevée. Etant donné le schéma de l'étude, l'inférence causale est limitée et des études prospectives sont nécessaires pour approfondir l'étude du lien entre syndrome métabolique et consommation de produits bio.

L'écriture d'un article relatif à ce travail est en cours de finalisation (article 6) :

Baudry J., Lelong H., Julia C., Adriouch S., Seconda L., Allès B., Hercberg S., Galan P., Lairon D. & Kesse-Guyot E. Association between organic food consumption and the metabolic syndrom: cross sectional results from the NutriNet-Santé Study

II. Etude clinique relative aux résidus de pesticides dans les urines

A. Introduction

Deux études récentes réalisées chez les adultes ont montré qu'une alimentation basée majoritairement sur des produits bio entraînait une diminution du taux de pesticides dans les urines (Curl et al. 2015; Oates et al. 2014), la réglementation interdisant l'utilisation des pesticides de synthèse dans ce mode agricole. Toutefois, une de ces études était un essai d'intervention croisé réalisé en Australie sur un petit échantillon (13 individus) (Oates et al. 2014) tandis que la seconde avait été menée aux Etats-Unis. A notre connaissance, aucune étude n'a évalué en Europe l'effet de la consommation usuelle de produits bio en particulier chez les adultes alors que le schéma d'exposition aux pesticides diffère de celui des pays anglo-saxons et que la principale voie d'exposition aux pesticides (notamment les organophosphorés) apparaît être l'alimentation dans la population générale (Collectif INSERM 2013; Lu et al. 2008). *L'objectif de l'étude cas-témoin du volet clinique de BioNutriNet (Tâche 5) était donc de comparer les statuts notamment toxicologiques (en résidus de pesticides) de deux groupes de 150 individus dont les profils sociodémographiques, nutritionnels et de santé étaient similaires mais dont la part de bio dans le régime (à partir de données de consommation auto-déclarées) différait.*

B. Sélection du sous-échantillon

1) Appariement sur le score de propension

Afin de sélectionner deux groupes de 150 individus présentant des caractéristiques comparables mais différant sur la valence bio de leur alimentation (forte ou faible consommation de produits bio), les individus ont été appariés sur le score de propension (Rosenbaum et Rubin 1983).

Définition et objectifs du score de propension

Cette approche d'appariement est une méthode communément utilisée dans les études observationnelles afin d'estimer les effets d'une « exposition » tout en contrôlant un grand nombre de facteurs de confusion (Ali, Groenwold, et Klungel 2016; Austin 2011).

Le score de propension (SP) d'un individu (Rosenbaum et Rubin 1983) se définit comme la probabilité pour un individu de recevoir un « traitement » plutôt qu'un autre conditionnellement à l'ensemble des caractéristiques observées. Appariement sur le score de propension permet de contrôler un grand nombre de facteurs en appariant sur une seule variable scalaire. Ici, cela permettait de se rapprocher des conditions de l'essai clinique en comparant les deux groupes sur leur probabilité d'être consommateur de bio. Cela permettait de comparer ces groupes qui n'avaient pas été randomisés, étant donné le schéma d'étude observationnel, et qui n'étaient donc pas équilibrés initialement.

Toutefois, il est à noter que contrairement à la randomisation le SP n'ajuste que sur les variables recueillies/observées, il n'y a pas de correction sur le biais de sélection et la taille de l'échantillon est réduite sur les sujets « appariables » uniquement.

Choix de la variable à expliquer

Afin de déterminer deux groupes de faibles et forts consommateurs de bio, nous avons utilisé la variable « part de bio dans le régime sans l'eau » (en poids). Les individus dont la part de bio dans le régime était inférieure à 0,10 ont été considérés comme de faibles consommateurs (groupe « contrôle » ou groupe *conventionnel*) et ceux dont au moins la moitié de l'alimentation était issue de l'agriculture biologique ont été considérés comme de forts consommateurs (groupe « d'exposition » ou groupe *bio*), permettant d'obtenir une variable binaire (0/1). Les seuils de 0,10 et 0,50 de part de bio ont été fixés en se basant sur les quintiles redressés (Q1 et Q5 respectivement). Ces seuils permettaient, d'une part, de ne pas réduire de manière déraisonnable la taille de l'échantillon pour l'appariement et d'autre part de disposer de sujets dont les caractéristiques individuelles n'étaient pas trop divergentes et donc potentiellement « appariables ».

Estimation du score de propension

Le score de propension (SP) est la probabilité conditionnelle pour un individu i de recevoir un traitement (ici être un fort consommateur de bio) $Z=1$ connaissant un vecteur des covariables observées, x_i : $(x_i) = P((Z_i = 1)|X_i = x_i)$ (Ali, Groenwold, et Klungel 2016). Il s'agit donc une valeur quantitative comprise entre 0 et 1 qui résume les caractéristiques initiales des sujets pour constituer *a posteriori* des groupes comparables et ne différant que par la variable d'étude. Il a été estimé en utilisant la régression logistique à l'aide de l'option *predicted* du logiciel SAS.

Choix des variables explicatives

Il n'existe pas de consensus sur les variables à sélectionner dans les modèles-SP. De manière générale, il est conseillé de considérer toutes les variables de confusion potentielles et les déterminants ou corrélats de la variable d'intérêt.

Les scores de propension ont été obtenus à l'aide de modèles de régression logistique visant à prédire la probabilité d'être un fort consommateur de bio ($Z=1$) et incluant les variables indépendantes suivantes : le sexe, l'âge, la CSP, le statut tabagique, la saison de recueil des urines, l'année de la visite clinique, le statut ménopausique, la consommation de groupes alimentaires, l'apport énergétique, l'IMC, le niveau d'activité physique, le lieu d'habitation et l'historique de certaines pathologies (hypertension, hypercholestérolémie, hypertriglycéridémie, diabète de type II) considérées comme des variables catégorielles : sain, malade sous traitement médicamenteux, malade non traité. Le score de propension pour un individu était donc la probabilité d'être affecté à l'un des deux groupes étant donné la valeur des variables sélectionnées.

Appariement sur le score de propension

Pour déterminer la paire la plus proche, il existe différentes méthodes permettant l'appariement sur le score : local ou optimal, avec ou sans remplacement, avec ou sans « caliper » (radius ou rayon en anglais) (Austin 2011). Ici, la méthode de l'appariement optimal avec une distance de « caliper » spécifiée a été utilisée. Elle consiste à déterminer la paire d'individus les plus proches tout en autorisant une « distance maximale » sur les scores de propension d'une paire (Rosenbaum et Rubin 1983). Les cas ne pouvant être appariés sont exclus de l'échantillon.

Il s'agit donc de trouver un équilibre entre le nombre d'individus appariés et la valeur du « caliper ». Des paires sont donc créées bio/conventionnel ayant une valeur de score très proche.

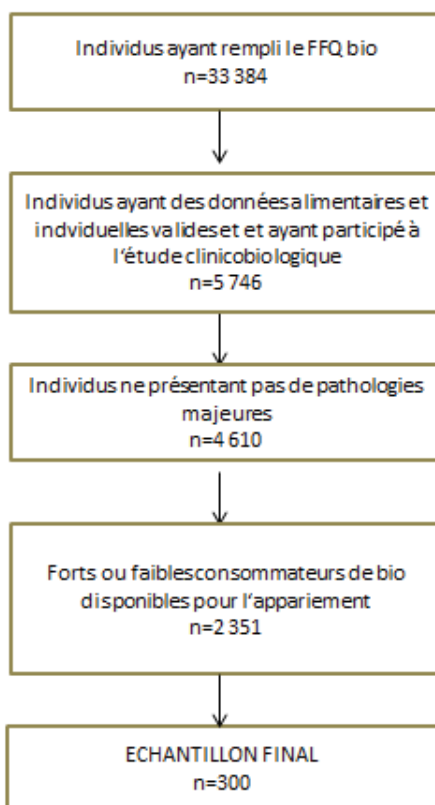
Nous avons réalisé un appariement 1:1 sans remplacement avec un « caliper » de 0,001 en utilisant la macro SAS %psmatch_multi (Fraeman 2010) qui utilise la méthode de l'appariement optimal.

Nous avons ainsi obtenu deux groupes de 150 individus appariés sur le score de propension et différent par leur part de bio dans leur alimentation.

2) Sélection de l'échantillon

Les individus qui présentaient des données alimentaires (estimées à partir du FFQ bio) et individuelles valides et ayant participé aux visites clinico-biologiques ont été sélectionnés (n=5 746). Parmi ces derniers, les individus à jeun, ne présentant pas ou n'ayant pas souffert de pathologies majeures (diabète de type II, maladie de Crohn, cancers, maladies neurologiques ou cardiovasculaires, cirrhose, hépatite, maladie cœliaque, colite, lupus, spondylolisthésis et sclérose) ont été inclus (n=4 610). Les faibles (<10% de bio dans le régime) et forts consommateurs de bio (>50% de bio dans le régime) ont été ensuite sélectionnés (n=2 351 avec 1 324 sujets dans le groupe « contrôle » et 1 027 dans le groupe « d'exposition »). Les individus ont ensuite été appariés sur le score de propension. La Figure 20 présente les étapes de la sélection du sous-échantillon des 300 individus.

Figure 20 Sélection de l'échantillon relatif à l'étude clinique



C. Analyses statistiques

Un scénario « MiddleBound » a été considéré comme dans d'autres travaux (Oates et al. 2014) : il a ainsi été supposé que les échantillons dont les concentrations étaient sous la limite de détection (LD) avaient des concentrations égales à $\frac{1}{2}$ LD et ceux dont les concentrations étaient sous la limite de quantification (LQ) avaient des concentrations égales à $\frac{1}{2}$ (LD + LQ).

Les caractéristiques de l'échantillon sont présentées par groupe de consommateurs (faibles ou groupe *conventionnel* vs forts consommateurs de bio ou groupe *bio*) et comparées à l'aide du test des rangs signés de Wilcoxon pour les variables continues et des tests de McNemar (variables binaires) ou de la régression logistique conditionnelle (variables à plus de deux classes) pour les variables catégorielles. La macro SAS %*pmdiag* (Hulbert et Brekke 2014) a permis d'établir un diagnostic de la qualité de l'appariement sur le score de propension en fournissant notamment les valeurs des différences standardisées après l'appariement (Ali, Groenwold, et Klungel 2016). Le diagnostic de l'appariement sur le score de propension est présenté en Annexe 6. Il permet de comparer les échantillons avant et après appariement sur le score de propension (*Variance Balance Checks*). Il s'agit d'évaluer l'équilibre en termes de covariables initiales dans la base appariée. Dans la littérature, il semble admis que les valeurs des p issus des tests de Student sont des indicateurs relativement peu fiables/robustes. Un des critères préférentiellement utilisé qui indique « un équilibre acceptable » est celui de 10% pour la valeur absolue des différences standardisées après l'appariement. Il n'existe toutefois pas de consensus à ce sujet (Ali, Groenwold, et Klungel 2016).

D. Description de l'échantillon

Le Tableau 16 présente les principales caractéristiques selon les groupes (groupe *conventionnel* et groupe *bio*). On observait aucune différence significative pour les différentes caractéristiques excepté par construction pour la part de bio dans le régime dont la moyenne (écart-type) était de 0,03 (0,03) chez les sujets du groupe *conventionnel* et de 0,67 (0,13) chez les sujets du groupe *bio*.

Tableau 16 Comparaison des caractéristiques des groupes *bio* et *conventionnel*, n=300, NutriNet-Santé

	Groupe conventionnel (n=150)	Groupe bio (n=150)	P¹
Part de bio dans le régime	0,03 (0,03)	0,67 (0,13)	<0,0001
Hommes, %	28	32	0,47
Age, années	58,71 (12,78)	58,35 (11,69)	0,60
Apport énergétique, kcal/j	1926,62 (561,27)	1994,94 (601,57)	0,37
mPNNS-GS (/13,5)	8,73 (1,76)	8,73 (1,67)	0,59
Niveau d'études, %			0,60
< <i>Baccalauréat</i>	22	22	
<i>Baccalauréat</i>	12,67	16,67	
> <i>Baccalauréat</i>	65,34	61,34	
Indice de masse corporelle, kg/m ²	24,18 (4,11)	24,19 (4,02)	0,93
Statut tabagique, %			0,38
<i>Non-fumeur</i>	48,67	47,33	
<i>Ancien fumeur</i>	44	40,67	
<i>Fumeur actuel</i>	7,33	12	
Niveau d'activité physique, %			0,85
<i>Données manquantes</i>	15	12	
<i>Faible</i>	25	29	
<i>Modéré</i>	55	52	
<i>Elevé</i>	55	57	
Régime végétarien ou végétalien, %	1,33	2	0,65
Lieu d'habitation, %			0,75
<i>Communauté rurale</i>	24	25,33	
<i>Unité urbaine dont la population est inférieure à 20 000 habitants</i>	11,33	14	
<i>Unité urbaine dont la population est comprise entre 20 000 et 200 000 habitants</i>	18,67	20,67	
<i>Unité urbaine dont la population est supérieure à 200 000 habitants</i>	46	40	
Revenu mensuel par unité de consommation, %			0,77
<i>Refuse de déclarer</i>	9,33	7,33	
<i>900-1200 €</i>	6,67	8,67	
<i>1200-1800 €</i>	22,67	20	
<i>1800-2700 €</i>	22	26,67	
<i>>2700 €</i>	39,33	37,33	

Les valeurs présentées sont les moyennes (écart-type) ou les pourcentages, selon le cas.

¹ Les valeurs de p font référence aux tests signés des rangs de Wilcoxon (variables continues) ou aux tests de McNemar ou de régression logistique conditionnelle (variables catégorielles).

E. Résultats des dosages

Pour chacune des molécules dosées, la moyenne et l'écart-type, les percentiles ainsi que les fréquences de quantification et de détection sont présentés selon la part de bio dans le régime (groupe *bio* et groupe *conventionnel*) (Tableau 17). Les concentrations de 2-(diéthylamino)-6-méthylpyrimidin-4-ol/one total, de DETP, de DMTP et d'acide 3-phénoxybenoïque (3-PBA) étaient significativement plus élevées chez les individus appartenant au groupe conventionnel. Aucune différence significative n'a été observée concernant les autres molécules.

Tableau 17 Description des résultats de dosages selon les groupes bio ou conventionnel, n=300, NutriNet-Santé

Molécules dosées (µg/L)	LD ¹ (µg/L)	LQ ² (µg/L)	Moyenne	Ecart-type	P10	P50	P90	P ¹	Fréquence de quantification	Fréquence de détection
Malathion	0,003	0,01						0,40		
Groupe bio			0,004	0,016	0,002	0,002	0,002		5	5
Groupe conventionnel			0,004	0,011	0,002	0,002	0,002		11	14
Chlorpyrifos	0,02	0,05						0,27		
Groupe bio			0,015	0,049	0,010	0,010	0,010		3	5
Groupe conventionnel			0,010	0,002	0,010	0,010	0,010		0	3
Chlorpyrifos-oxon	0,005	0,01						0,75		
Groupe bio			0,003	0,000	0,003	0,003	0,003		1	2
Groupe conventionnel			0,003	0,002	0,003	0,003	0,003		0	3
Chlorpyrifos-méthyl	0,2	0,5						1		
Groupe bio			0,101	0,012	0,100	0,100	0,100		0	1
Groupe conventionnel			0,100	0,000	0,100	0,100	0,100		0	0
Chlorpyrifos-méthyl-oxon	0,02	0,05						1		
Groupe bio			0,01	0,00	0,01	0,01	0,01		0	0
Groupe conventionnel			0,01	0,00	0,01	0,01	0,01		0	0
3,5,6-trichloropyridinol libre	0,2	0,5						0,36		
Groupe bio			0,102	0,017	0,100	0,100	0,100		0	2
Groupe conventionnel			0,118	0,169	0,100	0,100	0,100		2	4
3,5,6-trichloropyridinol total	0,2	0,5						0,21		
Groupe bio			0,180	0,233	0,100	0,100	0,250		12	32
Groupe conventionnel			0,244	0,416	0,100	0,100	0,545		20	44

Phoxim	0,05	0,1						0,87		
Groupe bio			0,030	0,040	0,025	0,025	0,025		3	7
Groupe conventionnel			0,027	0,015	0,025	0,025	0,025		3	4
Diazinon	0,02	0,05						0,5		
Groupe bio			0,010	0,000	0,010	0,010	0,010		0	0
Groupe conventionnel			0,012	0,021	0,010	0,010	0,010		2	2
Dichlorvos	0,3	0,9						1		
Groupe bio			0,15	0,00	0,15	0,15	0,15		0	0
Groupe conventionnel			0,15	0,00	0,15	0,15	0,15		0	0
2-(diéthylamino)-6-méthylpyrimidin-4-ol/one libre	0,03	0,1						0,48		
Groupe bio			0,023	0,033	0,015	0,015	0,033		7	15
Groupe conventionnel			0,021	0,029	0,015	0,015	0,015		4	12
2-(diéthylamino)-6-méthylpyrimidin-4-ol/one total	0,03	0,1						0,04*		
Groupe bio			0,39	0,77	0,02	0,05	1,28		63	98
Groupe conventionnel			0,49	0,87	0,02	0,14	1,42		87	105
Thiabendazole-hydroxy libre	0,03	0,1						0,65		
Groupe bio			0,018	0,018	0,015	0,015	0,015		2	7
Groupe conventionnel			0,018	0,026	0,015	0,015	0,015		1	5
Thiabendazole-hydroxy total	0,03	0,1						0,77		
Groupe bio			0,168	0,395	0,015	0,015	0,505		39	57
Groupe conventionnel			0,132	0,226	0,015	0,050	0,395		53	76
Tébuconazole (métabolite) libre	0,03	0,1						1		
Groupe bio			0,016	0,005	0,015	0,015	0,015		0	3
Groupe conventionnel			0,016	0,008	0,015	0,015	0,015		1	2
Tébuconazole (métabolite) total	0,03	0,1						0,91		
Groupe bio			0,26	0,68	0,02	0,05	0,54		56	102
Groupe conventionnel			0,20	0,37	0,02	0,05	0,51		61	90
DEP	0,2	0,6						0,12		
Groupe bio			10,61	19,92	0,10	0,10	31,71		72	74

Groupe conventionnel			16,75	34,94	0,10	0,79	50,80		77	79
DETP	0,2	0,6						0,0005*		
Groupe bio			0,28	0,59	0,10	0,10	0,63		16	34
Groupe conventionnel			0,68	1,58	0,10	0,10	1,32		36	55
DEDTP	0,2	0,6						1		
Groupe bio			0,1	0,0	0,1	0,1	0,1		0	0
Groupe conventionnel			0,1	0,0	0,1	0,1	0,1		0	0
DMP	0,6	2						0,26		
Groupe bio			14,31	34,82	0,30	3,86	31,66		92	99
Groupe conventionnel			11,89	35,92	0,30	2,33	28,16		79	91
DMTP	0,2	0,6						0,0006*		
Groupe bio			2,10	5,39	0,10	0,30	4,43		66	93
Groupe conventionnel			4,10	8,25	0,10	1,25	10,05		93	110
DMDTP	0,2	0,6						0,13		
Groupe bio			0,10	0,00	0,10	0,10	0,10		0	0
Groupe conventionnel			0,11	0,03	0,10	0,10	0,10		0	4
Acide 3-phénoxybenzoïque (3-PBA)	0,02	0,05						0,034*		
Groupe bio			0,026	0,077	0,010	0,010	0,038		15	24
Groupe conventionnel			0,042	0,113	0,010	0,010	0,100		31	39
Acide 4-fluoro-3-phénoxybenzoïque (4-F-3-PBA)	0,02	0,05						0,53		
Groupe bio			0,010	0,002	0,010	0,010	0,010		0	2
Groupe conventionnel			0,012	0,023	0,010	0,010	0,010		1	4

LD : Limite de détection, LQ : Limite de quantification, DAP : Dialkylphosphate, DEDTP : Diéthylthiophosphate, DEP : Diéthylphosphate, DETP : Diéthylthiophosphate, DMDTP : Diméthylthiophosphate, DMP : Diméthylphosphate, DMTP : Diméthylthiophosphate

*Différences significatives (p<0,05)

¹Les valeurs de p font référence au test signé des rangs de Wilcoxon

Les DAP totaux (métabolites dialkylphosphates) ont également été calculés car il s'agit de sous-produits communs de la plupart des OP (Organophosphorés) et fréquemment utilisés comme biomarqueurs des OP (Barr et al. 2011).

Le Tableau 18 présente les poids moléculaires des différents métabolites dialkylphosphates (DAP).

Tableau 18 Correspondance entre acronyme et nom et poids moléculaire des métabolites dialkylphosphates

Acronyme	Nom	Masse molaire (g/mol)
DAP	dialkylphosphate	
DMP	diméthylphosphate	125
DMTP	diméthylthiophosphate	141
DMDTP	diméthylthiophosphate	157
DEP	diéthylphosphate	153
DETP	diéthylthiophosphate	169
DEDTP	diéthylthiophosphate	186

Comme précédemment réalisé dans la littérature (Bradman et al. 2015; Curl, Fenske, et Elgethun 2002; Curl et al. 2015; Oates et al. 2014), les indicateurs suivants ont été calculés (en $\mu\text{mol/L}$) : ΣEP (diéthyl DAP totaux, somme des métabolites contenant un diéthyl) ; ΣMP (diméthyl DAP totaux, somme des métabolites contenant un diméthyl) et ΣDAP (DAP totaux).

Pour ce faire, chaque métabolite individuel (en $\mu\text{g/L}$) a été divisé par sa masse molaire (en g/mol) :

$$\Sigma\text{EP} = [\text{DEP}]/153 + [\text{DETP}]/169 + [\text{DEDTP}]/186$$

$$\Sigma\text{MP} = [\text{DMP}]/125 + [\text{DMTP}]/141 + [\text{DMDTP}]/157$$

$$\Sigma\text{DAP} = \Sigma\text{EP} + \Sigma\text{MP}$$

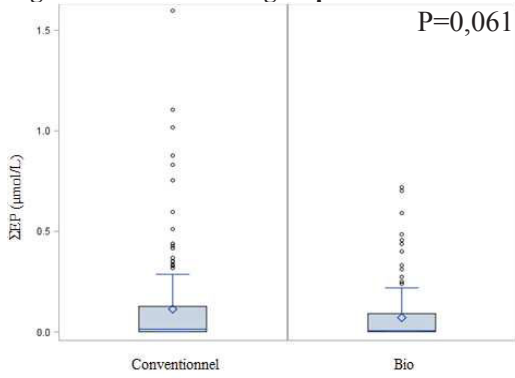
Le Tableau 19 et les Figures 21, 22 et 23 montrent les distributions des sommes molaires des étyl-, métyl-dialkylphosphates et des dialkylphosphates totaux. Aucune différence significative n'a été constatée entre les groupes *bio* et *conventionnel*. Toutefois, la différence tendait vers la significativité concernant la ΣEP .

Tableau 19 Distribution des sommes de métabolites dialkylphosphates selon les groupes bio ou conventionnel, n=300, NutriNet-Santé

Métabolites ($\mu\text{mol/L}$)	Moyenne	Ecart-type	P10	P50	P90	P¹
ΣEP						0,061
Groupe bio	0,072	0,130	0,002	0,007	0,209	
Groupe conventionnel	0,114	0,229	0,002	0,014	0,333	
ΣMP						0,73
Groupe bio	0,130	0,286	0,004	0,037	0,280	
Groupe conventionnel	0,125	0,297	0,004	0,039	0,315	
ΣDAP						0,11
Groupe bio	0,202	0,342	0,007	0,091	0,413	
Groupe conventionnel	0,239	0,372	0,013	0,100	0,600	

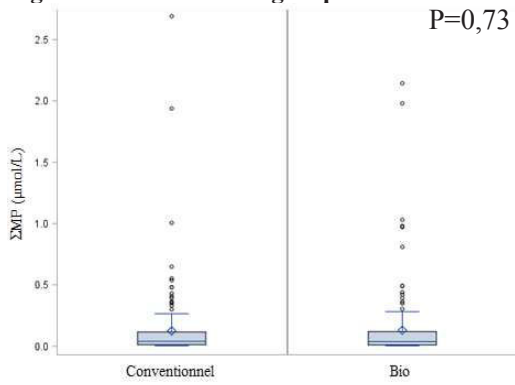
¹ Les valeurs de p font référence au test signé des rangs de Wilcoxon.

Figure 21 ΣEP selon le groupe *bio* ou *conventionnel*, n=300, NutriNet-Santé



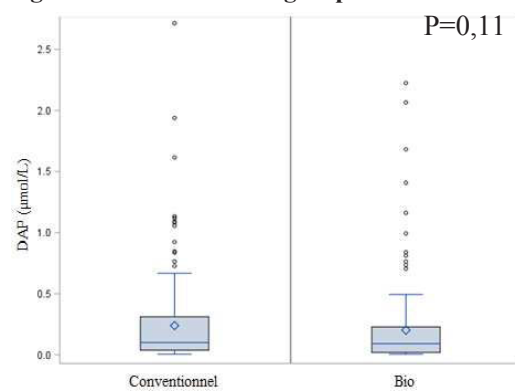
La valeur de p fait référence au test signé des rangs de Wilcoxon.

Figure 22 ΣMP selon le groupe *bio* ou *conventionnel*, n=300, NutriNet-Santé



La valeur de p fait référence au test signé des rangs de Wilcoxon.

Figure 23 ΣDAP selon le groupe *bio* ou *conventionnel*, n=300, NutriNet-Santé



La valeur de p fait référence au test signé des rangs de Wilcoxon.

Afin de mieux explorer cette potentielle différence concernant notamment les Σ EP, une analyse de sensibilité a été effectuée en considérant un seuil de 5% de bio dans le régime (au lieu de 10%) pour les faibles consommateurs de bio (ou groupe *conventionnel*). La taille de l'échantillon était alors de 218 individus (109x2) après prise en compte de ce seuil plus restrictif. Les résultats sont présentés dans le Tableau 20. On observe dans ce sous-échantillon une plus forte contamination des urines du groupe *conventionnel* en Σ EP (0,129 μ mol/L au lieu des 0,114 μ mol/L préalables) et les Σ DAP.

Tableau 20 Distribution des sommes de métabolites dialkylphosphates selon les groupes bio ou conventionnel après le nouveau seuil (<5%) pour la part de bio dans le régime du groupe conventionnel, n=218, NutriNet-Santé

Métabolites (μ mol/L)	Moyenne	Ecart-type	P10	P50	P90	P ¹
ΣEP						0,015
Groupe bio	0,068	0,137	0,00178	0,003	0,351	
Groupe conventionnel	0,129	0,254	0,00178	0,016	0,212	
ΣMP						0,608
Groupe bio	0,134	0,316	0,00375	0,034	0,278	
Groupe conventionnel	0,122	0,292	0,00375	0,036	0,330	
ΣDAP						0,037
Groupe bio	0,202	0,371	0,0067	0,083	0,627	
Groupe conventionnel	0,251	0,377	0,0108	0,110	0,484	

¹La valeur du p fait référence au test signé de rang de Wilcoxon.

Ces premiers résultats indiquent une plus faible teneur significative en certains pesticides dans les urines des individus dont la part de bio dans le régime était élevée comparés à ceux ayant un régime basé en grande majorité sur des produits alimentaires issus de l'agriculture conventionnelle.

Un article concernant ces résultats est en cours d'écriture.

BioNutriNet consortium. Urinary pesticide exposure of consumers with low and high organic food consumption: an observational study based on the NutriNet-Santé Study.

RESULTATS ADDITIONNELS

Cette section présente quelques résultats issus d'analyses complémentaires non abordés dans les parties précédentes.

I. Données issues du questionnaire relatif aux attitudes à l'égard du bio

A. Auto-déclaration de la fréquence de consommation de bio

Il était demandé aux individus de se classer dans une des trois catégories proposées selon la fréquence de consommation de bio. Le Tableau 21 indique une bonne concordance entre la part de bio dans le régime évaluée à l'aide du FFQ bio et l'auto-déclaration de la fréquence de consommation de bio réalisée à partir du questionnaire sur les attitudes vis-à-vis du bio.

Tableau 21 Part de bio selon la variable de fréquence issue du questionnaire relatif aux attitudes à l'égard du bio, n=23 030, NutriNet-Santé

	Non- consommateurs (n=3109)	Consommateurs occasionnels (n=14 021)	Consommateurs réguliers (n=5880)	P ¹
Part de bio sans eau	0,03 (0,07)	0,21 (0,17)	0,62 (0,22)	<0,0001

Les valeurs présentées sont les moyennes (écart-type).

¹La valeur du p fait référence au test de contraste linéaire.

B. Raisons de (non-) consommation

Les Figures 24 et 25 montrent que la qualité sanitaire et la santé, de même que les motivations éthiques (bien-être animal et soutien aux producteurs) sont des raisons majeures dans la consommation de produits bio tandis que le prix reste le frein majeur, comme rapporté dans la littérature (Hoffmann et Wivstad 2015). Il convient également de noter que l'aspect marketing et l'effet de mode sont des raisons souvent invoquées par les non-consommateurs.

Figure 24 Pourcentages d'individus selon les raisons de consommation de produits bio, NutriNet-Santé, n=30 048

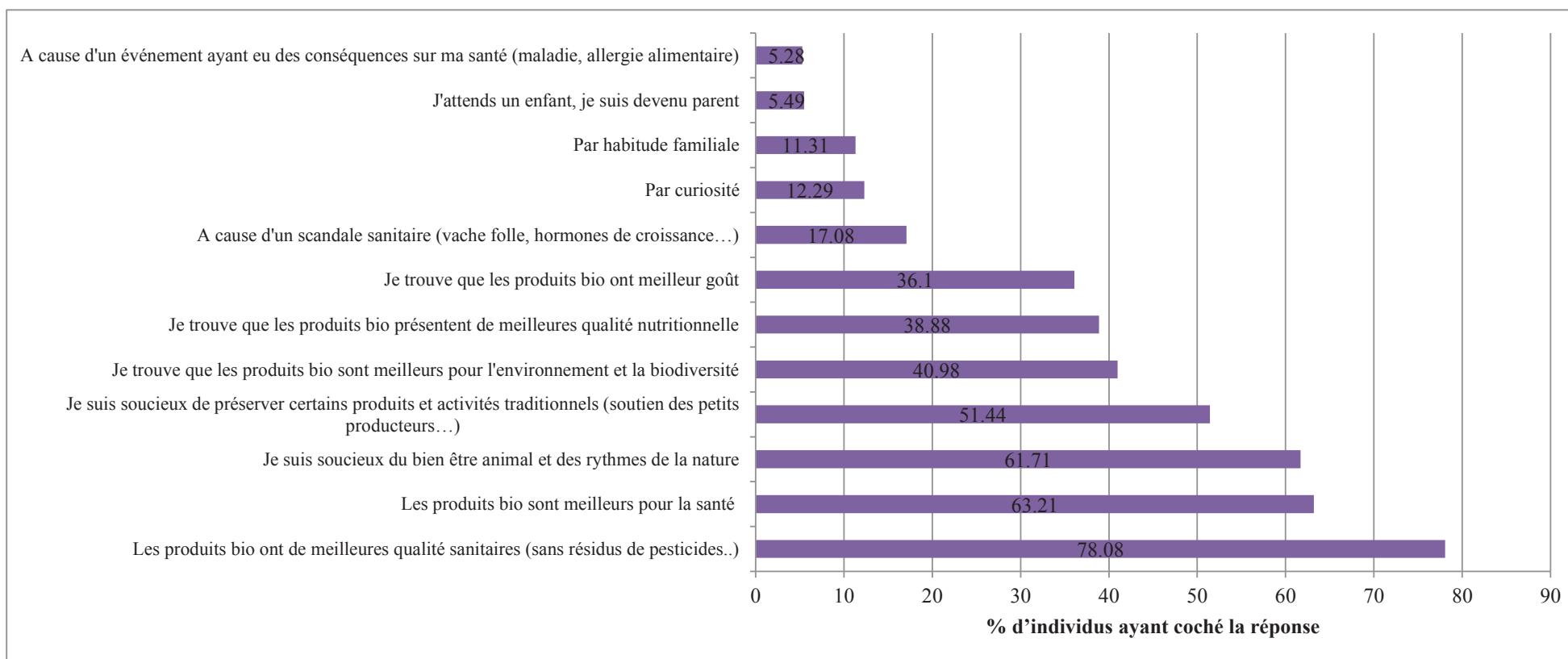
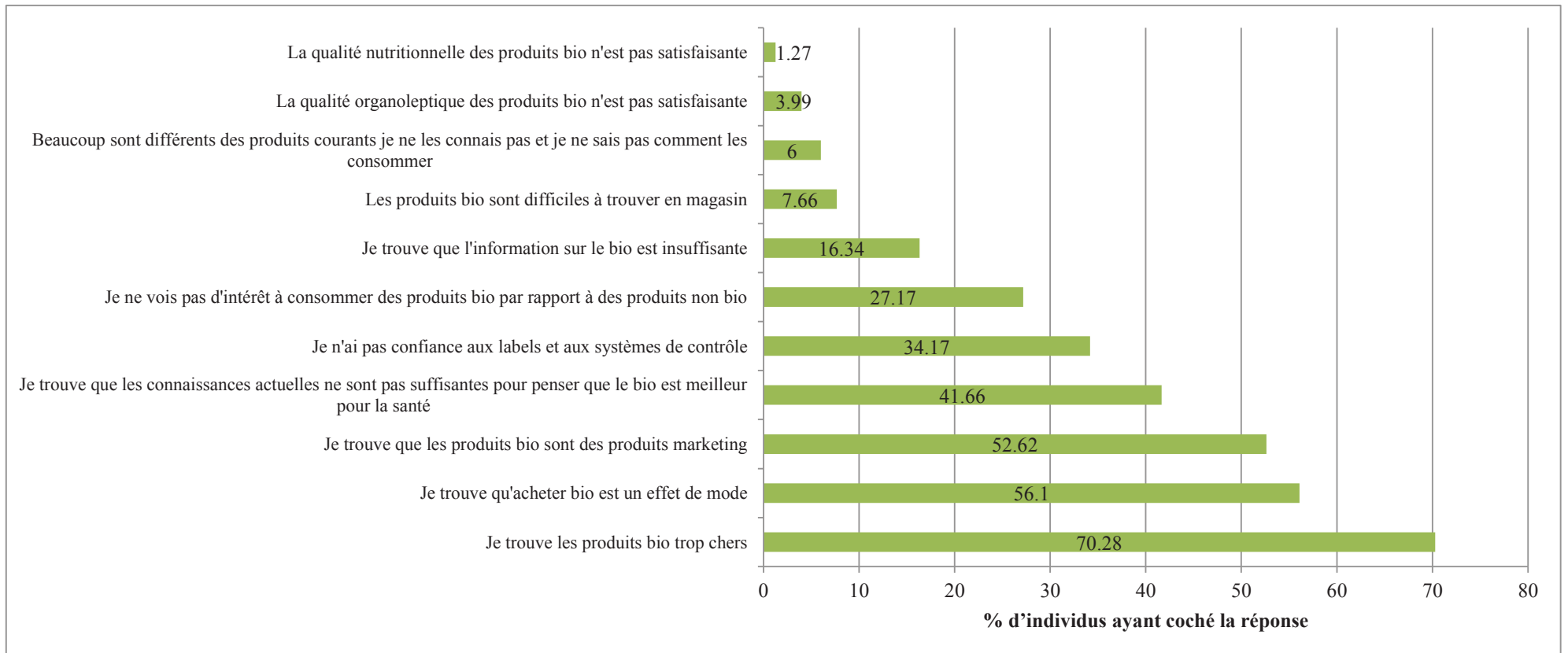


Figure 25 Pourcentages d'individus selon les raisons de non-consommation de bio, NutriNet-Santé, n=4 653



C. Antériorité de la consommation de bio

Une question visant à déterminer l'antériorité de la consommation des produits bio selon la fréquence de consommation a été posée aux participants. De manière générale, d'après les Figures 26 et 27, il a été observé, d'une part, que cette habitude alimentaire était plutôt récente pour les individus quel que soit leur fréquence de consommation, et d'autre part, que les sujets ayant déclaré consommer bio de manière plus fréquente le faisaient depuis plus longtemps. Ainsi, 29% des individus ayant déclaré consommer bio la plupart du temps consommaient bio depuis plus de 10 ans, contre 17% des consommateurs occasionnels. Le degré d'engagement dans cette pratique alimentaire semblait donc être associé à la durée. Les principales voies d'exposition aux pesticides en population générale étant alimentaires et chronique (s'inscrivant dans la durée), ces résultats exploratoires soulignent l'importance de prendre en compte l'antériorité de la consommation dans les relations entre la consommation de bio et la santé. Les potentiels effets de la consommation de bio résultent, en effet, probablement de la « durée d'exposition » au bio et de la fréquence consommée de bio.

Figure 26 Antériorité de la consommation de produits bio chez les consommateurs déclarant consommer de temps en temps des produits bio, n=21 099, NutriNet-Santé

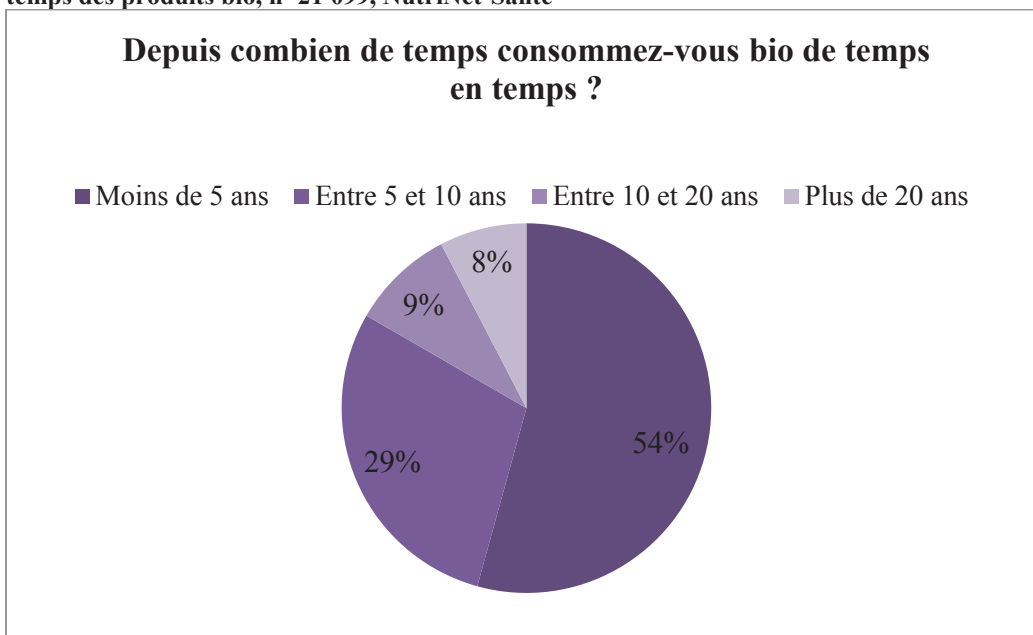
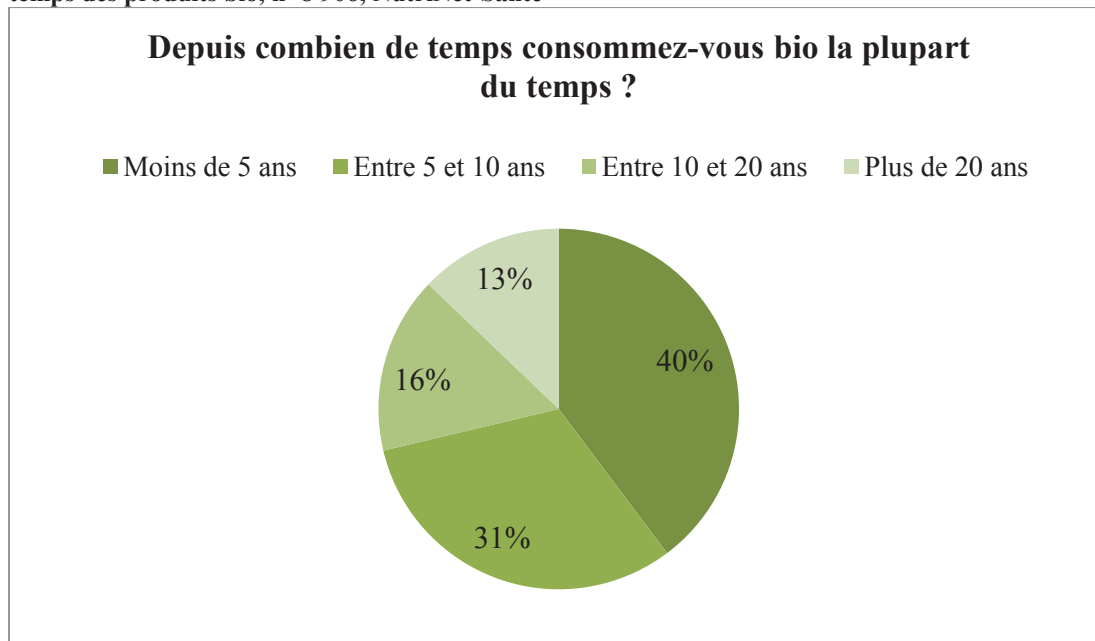


Figure 27 Antériorité de la consommation de produits bio chez les consommateurs déclarant consommer la plupart du temps des produits bio, n=8 906, NutriNet-Santé



D. Reconnaissance des labels et connaissance du cahier des charges

Les Tableaux 22 et 23 montrent que les consommateurs qui se considéraient comme des consommateurs de bio réguliers connaissaient mieux le label et cahier des charges définissant ces produits.

Tableau 22 Pourcentage d'individus ayant sélectionné les logos suivants parmi les 12 en réponse à la question *Des logos vous sont présentés ci-dessous, à votre avis, lesquels sont des signes officiels actuels de reconnaissance de produits issus de l'agriculture biologique ?*, selon les fréquences auto-déclarées de consommation de bio, n=34 629, NutriNet-Santé

%	Non-consommateurs	Consommateurs occasionnels	Consommateurs réguliers	P ¹
Label AB	89,5	92,9	94,5	<0,0001
Label Euro-feuille	16,1	30,5	61,1	<0,0001
Label Nature & Progrès	1,7	4,5	23,1	<0,0001
Ancien label européen	23,8	36,8	50,2	<0,0001

¹La valeur du p fait référence au test de Chi² de tendance de Cochran-Mantel-Haenszel

Tableau 23 Pourcentage d'individus ayant eu des réponses correctes concernant le cahier des charges de la bio, selon les fréquences auto-déclarées de consommation de bio (score sur 7), n=34 629, NutriNet-Santé

%	Non-consommateurs	Consommateurs occasionnels	Consommateurs réguliers	P ¹
Au moins 5 réponses correctes sur 7	11,96	18,78	34,79	<0,0001
Entre 3 et 5 réponses correctes sur 7	40,79	50,92	49,94	
Moins de 3 réponses correctes sur 7	47,25	30,3	15,27	

¹La valeur du p fait référence au test de Chi² de tendance de Cochran-Mantel-Haenszel

II. Analyses descriptives supplémentaires

Dans le cadre du volet économique de BioNutriNet visant à comparer les coûts de régimes bio et conventionnel, une table de données de prix a été élaborée par le groupe de travail chargé de cette tâche (tâche 3). Un prix moyen a été estimé pour chacun des 264 aliments du FFQ bio, en prenant en compte le lieu d'achat et le mode de production (agriculture biologique ou conventionnelle).

La base de prix Kantar de 2012 a été utilisée concernant les aliments issus des GMS et des magasins spécialisés. Afin d'estimer le prix des produits issus des circuits courts, l'association Bioconsom'acteurs a effectué des recueils de prix au sein des circuits courts dans 9 départements français au printemps et en automne (1100 prix ont été recueillis durant l'automne 2014 et 862 au printemps 2015).

Les différents indicateurs suivants ont été calculés : la dépense journalière du régime, ainsi que les dépenses en bio et en conventionnel journalières (en €/j). Ces résultats préliminaires sont présentés dans le Tableau 24. On observe une augmentation de la dépense avec la part de bio dans le régime (de 7,73 €/j pour le Q1 contre 11,59 €/j pour le Q5 soit une augmentation de 50%).

Tableau 24 Coût du régime selon la part de bio dans le régime en quintiles, n=22 866, NutriNet-Santé

	Q1 (n=4573)		Q2 (n=4573)		Q3 (n=4574)		Q4 (n=4573)		Q5 (n=4573)		P ¹
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	
Part de bio dans le régime	0,00	0,01	0,06	0,03	0,16	0,03	0,30	0,05	0,56	0,13	<0,0001
Dépense totale (€/j)	7,73	3,04	8,12	2,90	9,07	3,22	10,08	3,56	11,59	4,23	<0,0001
Dépense en bio (€/j)	0,11	0,19	1,14	0,83	2,81	1,50	4,88	2,32	8,48	3,87	<0,0001

Dépense en conventionnel (€/j)	7,62	3,02	6,98	2,59	6,26	2,40	5,21	2,15	3,11	1,96	<0,0001
---------------------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---------

¹La valeur du p fait référence au test de contraste linéaire

Le Tableau 25 présente les parts de bio dans le régime selon les régions. Les volontaires de la région « Nord » étaient ceux ayant la part de bio la plus faible ($0,24 \pm 0,26$) tandis que ceux de la région « Ouest » étaient ceux ayant la part la plus élevée ($0,34 \pm 0,29$) (Tableau 25).

Tableau 25 Part de bio dans le régime (sans l'eau) selon les régions INSEE, n=28 245, NutriNet-Santé

Région	%	Part moyenne de bio dans le régime	Ecart-type
Nord (Nord-Pas-de-Calais)	3,6	0,24	0,26
Ile-de-France	20,2	0,26	0,26
Bassin parisien (Bourgogne, Champagne-Ardenne, Normandie, Picardie)	14,6	0,27	0,27
Sud-Ouest (Aquitaine, Limousin, Midi-Pyrénées)	11,3	0,30	0,27
Est (Alsace, Franche-Comté, Lorraine)	8,1	0,31	0,28
Centre-Est (Auvergne, Rhône-Alpes)	14,4	0,31	0,27
Méditerranée (Corse, Languedoc Roussillon, Provence-Alpes-Côte d'Azur)	12,8	0,30	0,28
Ouest (Bretagne, Pays de la Loire, Poitou-Charentes)	14,8	0,34	0,29

Un score de variété alimentaire a également été calculé afin d'évaluer la diversité de diète selon la part de bio dans le régime. Celui-ci a été défini comme la somme des aliments que les participants ont déclaré consommer au moins une fois au cours des 12 derniers mois (Tableau 26). Les individus ayant une part de bio dans le régime intermédiaire présentaient la plus grande diversité alimentaire à l'inverse des individus situés dans les quintiles les plus extrêmes.

Tableau 26 Indicateur de la diversité de la diète selon les quintiles de la part de bio dans le régime, n=28 245, NutriNet-Santé

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	P ¹
Moyenne (Ecart-type)	118,1 (31,6)	128,6 (30,0)	131,7 (29,8)	130,3 (28,9)	123,7 (30,9)	<0,0001

¹La valeur du p fait référence au test de contraste linéaire

DISCUSSION GENERALE

I. Résultats généraux et mise en perspective des études

A. Synthèse des principaux résultats

Ce travail avait pour objectif de caractériser différents types de (non-) consommateurs de produits issus de l'agriculture biologique en termes de profils nutritionnels, de pratiques ou de santé, chez des adultes de l'étude de cohorte française NutriNet-Santé. Les apports alimentaires et la part relative de bio dans le régime ont été examinés à l'aide d'un FFQ bio qui a permis d'estimer les consommations précisément. Des méthodes d'analyse multidimensionnelle ont permis d'identifier différents groupes de consommateurs et des scores *a priori* ont été utilisés afin de déterminer la qualité nutritionnelle globale du régime des sujets. L'étude des liens entre consommation de bio et différents facteurs a été réalisée à partir de données auto-déclarées individuelles sur de larges échantillons mais aussi à partir de dosages urinaires dans un sous-échantillon. Le Tableau 27 synthétise les principaux éléments de discussion de ce travail de thèse.

Tableau 27 Synthèse des principaux résultats de ce travail de thèse et éléments de discussion

Objectifs	Objectifs secondaires	Principaux résultats	Eléments de discussion
Estimation de la contribution de bio dans l'alimentation	Elaboration d'un questionnaire de fréquence alimentaire visant à estimer la part de bio dans l'alimentation	<p>- 88% de la population d'étude a consommé bio au cours de l'année, une moyenne de 20% de part de bio dans le régime chez les femmes et 18% de part de bio chez les hommes</p> <p>- Les produits végétaux en particulier les produits complets sont davantage consommés en bio que les produits animaux. Une exception notable est celle des œufs et dans une moindre mesure des produits laitiers qui sont largement consommés en bio</p> <p>- Plus forte contribution de bio dans le régime chez les femmes, les individus plus éduqués, les personnes vivant en milieu rural et ayant une activité physique élevée comparés à leurs « homologues »</p>	<p>- Part en bio plus élevée pour les produits d'origine végétale, en particulier les produits complets : reflet de l'offre des produits bio sur le marché alimentaire mais aussi de la demande ? Le pourcentage d'individus ayant consommé bio au moins une fois en 2014 est le même que celui de l'Agence Bio</p>
Caractérisation des habitudes alimentaires, du mode de vie et de l'historique des maladies selon différentes fréquences de bio	Identification de facteurs de confusion dans la relation bio et santé	<p>- Les consommateurs de bio réguliers de l'échantillon d'étude sont plus souvent végétariens ou végétaliens que les non-consommateurs et connaissent moins souvent les recommandations nutritionnelles concernant les produits animaux</p> <p>- Les consommateurs de bio réguliers présentent moins souvent de maladies cardiométaboliques (diabète de type II et hypertension, et maladies cardiovasculaires uniquement chez les hommes) tandis qu'ils présentent plus souvent des allergies ou des cancers (chez les femmes)</p> <p>- Les consommateurs de bio réguliers ont plus tendance à faire attention à leur santé : plus souvent utilisateurs de compléments alimentaires, plus enclins à suivre un régime pour rester en forme. Globalement, les femmes consommatrices de bio régulières ont plus tendance à mettre en application les recommandations nutritionnelles lorsqu'elles les connaissent</p> <p>- Une augmentation de la part des produits bio dans le régime était associée à une meilleure qualité nutritionnelle du régime. Les consommateurs de bio intermédiaires respectent davantage les recommandations relatives aux</p>	<p>- Habitudes alimentaires particulières des consommateurs de bio réguliers traduisant des préoccupations éthiques et des considérations axées sur le bien-être animal ?</p> <p>- Histoire particulière des maladies des consommateurs de bio réguliers : étant donné le schéma transversal, l'hypothèse réside dans un changement de régime vers une alimentation plus bio donc moins « contaminée » chez les personnes souffrant d'allergies et de cancer. Le bio serait perçu comme influant sur ces aspects ce qui n'est pas le cas concernant les maladies cardiométaboliques où une association négative a été détectée avec la consommation régulière de bio. Représentations différentes concernant ces maladies ? D'autres aspects prévalent peut-être, comme le gras ou le sucré ? D'autres études prospectives sont nécessaires pour estimer prospectivement le lien possible entre consommation de bio et maladies cardiométaboliques</p> <p>- Les consommateurs de bio réguliers prêtent une attention particulière à leur santé et présentent un style de vie plus sain au global. Plus au fait des recommandations de manière générale : sensibilité plus forte à la nutrition</p>
Etude de l'association entre la qualité du régime et la part de bio à l'aide de scores indicateurs de la qualité nutritionnelle globale du		<p>- Une très forte consommation de bio semble aller de pair avec un régime alimentaire sain, confirmant une recherche de qualité et une stratégie globale de la part de ces consommateurs. Les régimes des consommateurs de bio intermédiaires de l'échantillon d'étude se rapprochent de ceux de</p>	

régime		produits d'origine animale. La force de l'association entre la qualité nutritionnelle du régime et la part de bio variait selon les sous-groupes de population considérés.	régimes « flexitariens ». Chez les fumeurs par exemple, l'association entre bio et qualité nutritionnelle du régime est moins forte, traduisant une moins grande préoccupation dans ce sous-groupe ?
Identification et caractérisation de groupes de consommateurs bio et conventionnels en termes de pratiques et de motivations d'achats	Elaboration d'une typologie de consommateurs	<ul style="list-style-type: none"> - Une augmentation de la part de produits bio dans le régime était associée à une augmentation de la consommation de produits d'origine végétale - Cinq types de mangeurs identifiés : les <i>bio-standards</i>, les <i>conventionnel-standards</i>, les <i>bio-green</i>, les <i>hédonistes mangeurs de bio modérés</i> et les <i>gros mangeurs en conventionnel</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Une diète où le bio prédomine est ainsi caractérisée par une place importante donnée aux produits végétaux et répondrait en ce sens davantage à la définition d'un régime alimentaire durable
Etude transversale de l'association entre la part de bio dans le régime et le syndrome métabolique		<ul style="list-style-type: none"> - Le « goût » reste la motivation la plus importante intervenant dans les choix alimentaires quel que soit le groupe de sujets. Les <i>bio-green</i> sont plus enclins à accorder de l'importance aux dimensions « éthique et environnement » et « santé » et les <i>hédonistes</i> privilégient le « goût » tandis que les <i>gros mangeurs en conventionnel</i> accordent de l'importance au « prix » comparés aux <i>conventionnel-standards</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en évidence d'une diversité de profils des consommateurs sur le plan nutritionnel d'une part et sur les modes de production d'autre part. Ces différents profils de consommateurs sont marqués par des différences sur le plan des caractéristiques sociodémographiques, des modes de vie, des pratiques d'achat et des motivations des choix alimentaires lors de l'approvisionnement. Les consommateurs de bio et de conventionnel ne sauraient se réduire à deux groupes monodiques
Comparaison des statuts en résidus de pesticides de deux groupes de consommateurs (bio et conventionnel)		<ul style="list-style-type: none"> - Une part de bio élevée dans le régime (>38%) est associée à une probabilité plus faible de présenter le syndrome métabolique après prise en compte des facteurs de confusion. L'association négative est observée en particulier lorsque la part des produits végétaux bio augmente - Concentrations urinaires en 2-(diéthylamino)-6-méthylpyrimidin-4-ol/one total, 3-PBA, DETP, DMTP plus faibles chez les forts consommateurs de produits bio comparés aux faibles consommateurs de bio 	<ul style="list-style-type: none"> - Il a été rapporté une absence/une moindre présence de pesticides dans les produits bio dans la littérature. Les pesticides, la plupart perturbateurs endocriniens, très présents dans les produits végétaux conventionnels et moins présents dans les produits animaux conventionnels perturberaient notamment le métabolisme des sujets faibles consommateurs de bio ? - Rôle de la qualité globale des produits bio supérieure (synergie/métabolites secondaires) ? Rôle potentiel des autres contaminants présents en plus grande quantité dans les produits issus de l'agriculture conventionnelle ? - Confusion résiduelle : mode de vie des consommateurs de bio - Traduction en termes clinique des différences observées ? - Différences peu marquées pour beaucoup de métabolites: puissance statistique ? limite des marqueurs de la consommation de bio en cohortes ? autres sources d'exposition ?

B. Discussion critique des principaux résultats au regard de la littérature

Il convient de repreciser que tous les éléments discutés s'inscrivent dans le contexte particulier de l'étude de cohorte NutriNet-Santé et que les résultats et conclusions développées ne peuvent être généralisés à la population générale comme cela sera discuté par la suite.

- 1) Prise en considération des gradients de consommation de bio : estimation détaillée de la part de bio dans l'alimentation (régime global et groupes alimentaires)

Les études s'étant attachées à évaluer la consommation de bio en lien avec différents facteurs (Eisinger-Watzl et al. 2015; Petersen et al. 2013; Torjusen et al. 2010; Torjusen et al. 2012) ont pour la plupart eu recours à des questions sur la fréquence de consommation de quelques produits⁸ alors que, comme évoqué par Oates et al., il est probable que la quantité et le type de produits puissent jouer un rôle dans l'influence de la consommation de produits bio sur la santé (Oates, Cohen, et Braun 2012).

A titre d'exemple, le terme de « consommation régulière de bio » peut revêtir une diversité de pratiques. D'une part, « régulièrement » peut signifier consommer peu mais de manière hebdomadaire un aliment (une fois chaque semaine en petite quantité par exemple). D'autre part, les aliments sont plus ou moins contaminés en résidus de pesticides et l'exposition aux pesticides dépend donc du produit alimentaire. Les laitues conventionnelles sont, à titre d'exemple, très contaminées en pesticides par exemple contrairement à certains produits d'origine animale (European Food Safety Authority 2015). Aussi, il paraît important de considérer à la fois la quantité journalière et un grand nombre de groupes alimentaires.

Nos travaux ont permis d'évaluer la part relative de bio dans le régime chez un large échantillon d'adultes résidant en France, ce dans le régime global et sa place dans différents groupes alimentaires permettant par la suite d'utiliser des indicateurs reflétant des niveaux de consommation de bio variés. Ce travail, dont l'approche est plus quantitative pourra permettre de prendre en compte un potentiel effet dose dans le cadre de futures études étiologiques.

⁸ Cf. Introduction IV.B. Evaluation de la place du bio dans le régime alimentaire

2) La part de bio dans l'alimentation des sujets : reflet de l'offre et de la demande ?

D'après les derniers chiffres publiés dans un communiqué de presse de l'Agence Bio relatif aux résultats du second semestre 2016 du marché alimentaire bio⁹, celui-ci ne cesse de croître (+20% de croissance du marché bio au 1er semestre 2016 vs. 1er semestre 2015) dans un contexte économique du marché alimentaire pourtant peu favorable. Le dernier chiffre de l'Agence Bio indique que le marché bio représente 2,5% du marché alimentaire total à domicile. Il faut souligner qu'au vu de la forte croissance de ce secteur, ce chiffre doit sans doute être revu à la hausse. Dans notre échantillon, une part relative de 20% de bio a été trouvée dans le régime chez les femmes et de 18% chez les hommes. A notre connaissance, une seule étude réalisée en Australie s'est intéressée à la contribution du bio dans le régime (Oates, Cohen, et Braun 2012). Cette étude réalisée sur un petit échantillon ciblait les consommateurs de bio réguliers et a estimé la contribution des produits bio au régime à 76% environ. Nos résultats concernant le pourcentage d'individus ayant consommé bio au moins une fois dans l'année sont concordants avec ceux de l'Agence Bio de 2015 dont 12% de la population d'étude n'avait jamais consommé bio (vs. 11,4% dans notre échantillon après redressement) (Agence Bio/CSA 2015).

De manière générale, dans notre population d'étude la contribution des produits bio à la consommation de produits d'origine végétale était supérieure à celle des produits d'origine animale, la consommation de bio n'était pas anecdotique pour certains groupes alimentaires : les œufs (52% des œufs étaient d'origine biologique chez les femmes et 40% chez les hommes), les fruits et légumes (environ 1 tiers), le lait (environ ¼) mais la part relative de bio pour certains groupes alimentaires demeurait moindre : charcuterie, produits transformés ou produits de la mer (moins de 20%). Ces résultats vont dans le sens de ceux de l'étude réalisée en Australie sur neuf catégories d'aliments (Oates, Cohen, et Braun 2012) qui indiquent de plus fortes contributions du bio dans les apports de fruits et les légumes et de moindres contributions pour les produits animaux (dont la volaille et les produits de la mer). Ces résultats mettent en évidence des comportements particuliers suivant les groupes alimentaires quant à la consommation de bio.

Les tendances trouvées semblent être également le reflet du marché (Agence Bio 2014). Ainsi, le lait bio au sein de la filière des produits laitiers occupe une place importante alors que cela est moins le cas des

⁹ Chiffres issus du dernier communiqué de presse de l'Agence Bio datant du 22 septembre 2016. Disponible au lien suivant : http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/dp_bio_conf_septembre_200916_0.pdf

fromages par exemple (Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière 2014). Par ailleurs, l'offre concernant les produits de la mer est peu importante en bio, les poissons d'élevage étant les seuls à relever de l'aquaculture biologique et étant principalement importés (Agence Bio 2014). L'offre alimentaire en bio pourrait donc expliquer les différences de contribution selon les produits.

Les préférences des consommateurs de bio semblent également expliquer ces chiffres. Ils sont en effet, comme nous l'avons souligné au cours de cette thèse et présenté dans d'autres études (Eisinger-Watzl et al. 2015; Kesse-Guyot, Péneau, et al. 2013; Petersen et al. 2013; Torjusen et al. 2012), de grands consommateurs de fruits et légumes et de produits complets et de plus faibles consommateurs de viande ou de produits transformés.

Les raisons possibles permettant d'expliquer les fortes différences observées entre la part de bio dans l'alimentation estimée au sein de notre population d'étude et la part de marché alimentaire dédiée au bio sont longuement traitées dans la partie relative aux aspects méthodologiques.

3) Les consommateurs de bio réguliers : des individus plus attentifs à leur santé

D'après nos travaux, les consommateurs de bio réguliers semblaient être plus susceptibles d'entreprendre des actions préventives dans le domaine de leur santé : plus souvent utilisateurs de compléments alimentaires, ils suivaient plus souvent un régime pour rester en forme et étaient également plus souvent physiquement actifs (Kesse-Guyot, Péneau, et al. 2013). Ces résultats corroboraient ceux d'autres travaux (Goetzke, Nitzko, et Spiller 2014; Michaelidou et Hassan 2008).

Ces observations concordent également avec les résultats concernant les *bio-green* qui accordaient plus d'importance à la santé et l'absence de contaminants lors de leurs choix alimentaires. Les consommateurs réguliers ont en effet plus souvent déclaré souffrir d'allergies alimentaires. Etant donné le schéma transversal de l'étude, l'inférence causale est limitée et la causalité inverse ne peut être exclue. On peut dès lors supposer que les individus présentant des allergies s'orientent vers les produits en bio qu'ils perçoivent comme moins contaminés. La consommation de ces derniers a, en effet, été associée à de plus faible risque de maladies atopiques chez les enfants (Alfvén et al. 2006; Kummeling et al. 2008). Par ailleurs, une étude a montré que l'utilisation croissante de pesticides au cours des 50 dernière années pouvait être associée à l'augmentation d'allergies (Jerschow et al. 2012). Dans le même sens, les femmes qui consommaient bio ont plus souvent développé un cancer par le passé. Une hypothèse possible pourrait être une modification de régime vers des produits bio par ces patientes. Une étude a en

effet montré que les sujets en rémission après un cancer étaient enclins à modifier leur alimentation (Patterson et al. 2003) et une autre a révélé que les pesticides étaient perçus comme facteurs de risque dans l'apparition de cancer (Baghurst, Baghurst, et Record 1992). Ces observations s'inscrivent dans un contexte de suspicion croissante des effets délétères des pesticides sur la santé et notamment de leur rôle dans l'apparition de cancer (Collectif INSERM 2013) et de la médiatisation des dangers des pesticides sur la santé ¹⁰.

Ces résultats soulignent la nécessité de prendre en considération ces facteurs (effet modérateur ou modulateur) dans les futures études étiologiques considérant la consommation bio comme facteur d'exposition.

4) Le régime alimentaire des forts consommateurs de bio : un régime plus sain... et plus durable ?

Nos résultats indiquent qu'une forte consommation bio semblait faire partie intégrante d'un régime alimentaire sain, confirmant ceux d'études précédentes (Eisinger-Watzl et al. 2015; Kesse-Guyot, Péneau, et al. 2013; Petersen et al. 2013; Torjusen et al. 2012). En effet, une forte consommation de produits bio était associée à une meilleure qualité nutritionnelle de la diète (reflétée par des scores nutritionnels mPNNS-GS et PANDiet plus élevés chez les individus du Q5 dont la part de bio était la plus élevée comparés aux individus du Q1) avec une importante consommation de fruits et légumes, d'aliments complets et une plus faible consommation de produits animaux comme la viande rouge ou la charcuterie. Les habitudes alimentaires de chacun des quintiles de consommateurs différaient : les individus du Q5 présentaient des pratiques alimentaires particulières avec de forts apports en substituts protéiques qu'ils semblaient substituer aux produits laitiers tandis que les individus du Q4 avaient de faibles apports en viande rouge mais de plus forts apports en produits de la mer et œufs. Les sujets du Q4 étaient sans doute plus flexibles dans leurs choix alimentaires et semblaient davantage inclure de produits d'origine animale dans leur alimentation que les individus du Q5. Ces habitudes alimentaires se traduisaient par une plus faible proportion d'individus qui respectaient les recommandations du PNNS

¹⁰ Par exemple, le documentaire Cash Investigation sur France 2 diffusé le 2 février 2016 « Pesticides nos Enfants en danger » a été suivi par 3,1 millions de téléspectateurs soit 13,2 % de part d'audience ce jour-là (source : <http://lemediascope.fr/france-2-audience-cash-investigation-pesticides-nos-enfants-en-danger-tf1-person-of-interest/>).

relatives aux produits d'origine animale chez les très forts consommateurs de bio (Q5) comparés aux autres groupes.

Les profils alimentaires sains, très végétalisés des très forts consommateurs de bio pourraient être liés à de plus faibles risques d'apparition de maladies chroniques. Il a ainsi été suggéré une plus faible incidence de cancer et de plus faibles taux de mortalité liés aux cardiopathies ischémiques chez les végétariens comparés aux non-végétariens (Huang et al. 2012). De plus, la qualité potentiellement supérieure des produits bio (plus faible taux de pesticides et meilleur profil nutritionnel en antioxydants pour les produits végétaux et en oméga-3 pour les produits laitiers (Barański et al. 2014; Średnicka-Tober et al. 2016a)) peut potentiellement également conduire à un meilleur état de santé même si ces hypothèses nécessitent d'être étayées dans des schémas d'étude adaptés. En effet, les différences de qualité nutritionnelle au niveau de l'aliment entre bio et conventionnel sont de faible ampleur et difficilement transposables à un effet direct sur la santé ou sur le statut nutritionnel des sujets mais les effets cumulatifs de ces différences (soit au niveau du régime) pourraient peut-être avoir un effet au global. La table de composition utilisée dans notre étude ne prenait pas en compte le mode de production (bio vs. conventionnel) (les valeurs utilisées étaient des valeurs génériques moyennes). Aussi, les différences de qualité nutritionnelle potentielles des deux pratiques agricoles n'ont pas été prises en considération. Certains apports en nutriments ont donc pu être sur- ou sous-estimés.

Les analyses stratifiées ont indiqué en outre qu'une forte consommation de produits bio était associée à une meilleure qualité du régime et ceci quel que soit le groupe d'individus considéré. Toutefois, la magnitude de l'association était variable selon les sous-groupes : de faible ampleur chez les fumeurs, elle était plus forte chez les hommes et les individus vivant dans de grandes agglomérations. Pour ces derniers, encore plus que pour les autres la consommation de produits bio faisait partie intégrante d'une stratégie vers un régime de qualité alors que l'on peut subodorer chez les fumeurs une démarche différente basée sur des motivations plus altruistes telles que celles liées à l'éthique ou l'environnement, par opposition aux motivations d'ordre individuel.

Le régime des consommateurs de bio semble également coïncider avec une diète à base de produits végétaux et répondrait dans ce sens davantage à la définition d'un régime alimentaire durable. En effet, un régime alimentaire durable tel que décrit par la FAO inclut des dimensions à la fois sanitaire, environnementale, économique et sociale (Burlingame & Dernini 2012).

Outre les potentiels avantages de l'agriculture biologique sur le plan environnemental (plus faible impact sur la biodiversité, réduction de la contamination en contaminant et réduction de l'épuisement des sols) (Reganold et Wachter 2016; Tuomisto et al. 2012) et sur la qualité nutritionnelle des aliments (Barański et al. 2014; Średnicka-Tober et al. 2016a), le régime des consommateurs de bio principalement basé sur les produits végétaux dont l'impact environnemental de la production serait plus faible (Berners-Lee et al. 2012; Sabate et Soret 2014; Scarborough et al. 2014)) serait donc plus durable. Toutefois, il est important de souligner que les premières analyses réalisées sur notre échantillon à partir de la base de données de prix montrent que le coût de tels régimes est plus élevé.

La consommation de produits bio semble donc être une des composantes d'un régime plus sain

5) Typologie de mangeurs : une hétérogénéité des profils

L'analyse typologique conduite a permis d'identifier cinq différents profils de mangeurs bio et conventionnel dont deux groupes d'individus avec des faibles apports en bio, deux groupes avec de forts apports et un dont la consommation de bio était modérée. A notre connaissance, il s'agit de la première étude ayant intégré dans une même analyse à la fois des données de consommation (structure du régime) et le mode de production des aliments consommés. Les groupes obtenus présentaient des caractéristiques sociodémographiques, nutritionnelles et des pratiques d'achats différentes.

Cette étude a entériné, comme d'autres (Hassan et al. 2009; Kesse-Guyot, Péneau, et al. 2013; Pearson, Henryks, et Jones 2011; Torjusen et al. 2010), que de manière générale le niveau d'études était un plus fort déterminant que le revenu dans la consommation de bio. Contrairement à d'autres études dans lesquelles était rapportée une association positive entre urbanisation et consommation de bio (Petersen et al. 2013; Torjusen et al. 2010), les *bio-green* (ceux ayant un pourcentage de bio très élevé) étaient le groupe d'individus présentant le plus fort pourcentage de ruraux. Une hypothèse résiderait dans le fait que les habitants de la campagne ont un lien singulier au terroir, en particulier ceux de NutriNet-Santé, et davantage accès aux circuits courts et dans ce sens davantage accès à des produits frais bio - potentiellement à moindre coût.

Le corollaire des différents apports énergétiques (très élevé pour le groupe des *gros mangeurs en conventionnel* et faible pour les *conventionnel-standards* par exemple) était des différences dans les

prévalences d'inadéquation en nutriments. Le groupe des *gros mangeurs en conventionnel*, en raison de ses forts apports en acides gras saturés et cholestérol, présentait une faible qualité nutritionnelle du régime à l'inverse des *bio-green* dont la qualité nutritionnelle du régime était élevée. De manière attendue, car ils présentaient un fort pourcentage de végétariens et végétaliens et un régime très végétalisé, les *bio-green* étaient le groupe ayant le plus fort taux de prévalence d'inadéquation en vitamine B12 (12%). En revanche, la prévalence d'inadéquation en vitamines C, B9 et fer de ces derniers était la plus faible en raison de leurs forts apports en fruits et légumes et ce en accord avec les résultats d'autres études (Eisinger-Watzl et al. 2015; Kesse-Guyot, Péneau, et al. 2013; Petersen et al. 2013; Torjusen et al. 2012). Ces habitudes alimentaires saines allaient de pair avec la grande importance accordée à la santé dans leurs motivations de choix alimentaires comparés aux *conventionnel-standards*. Dans notre étude, les groupes *bio-standards* et *conventionnel-standards* étaient similaires sur certains aspects, notamment sociodémographiques. Néanmoins, les *bio-standards* présentaient au global une meilleure qualité du régime. Dans une étude menée en Allemagne chez des hommes (Cordts et al. 2013), des analyses de classification ont été réalisées séparément chez les acheteurs de bio et les acheteurs de non-bio. Elles ont permis d'identifier au sein des deux sous-échantillons des profils très semblables. Toutefois, au global la qualité du régime des acheteurs de bio était légèrement meilleure, comme cela a été également décrit précédemment.

De même, les *bio-green* et *bio-standards* présentaient plus souvent des comportements écologiques. Les choix alimentaires des *bio-green* (basés sur des produits végétaux et bio), leurs lieux d'approvisionnement (davantage en circuits courts et magasins bio spécialisés) et leurs habitudes étaient plus « durables », en accord avec les motivations intervenant dans leurs choix lors des achats alimentaires (très axés sur des considérations éthiques et environnementales), comme montré dans d'autres études (Honkanen et Verplanken 2006; Idda, Madau, et Pulina 2008; Magnusson et al. 2003; Padilla Bravo et al. 2013, 2; Schifferstein et Oude Ophuis 1998; Verain et al. 2012).

Un groupe singulier était celui des *hédonistes mangeurs de bio modérés*. Ces individus, plus souvent aisés que les autres groupes, souvent des hommes et plus âgés, étaient des « bons vivants ». Leurs habitudes étaient les « moins saines » (plus souvent fumeurs, avec de forts apports en alcool) de l'échantillon mais leur part de bio n'était pourtant pas la plus faible. Ils accordaient une importance particulière au goût lors de leurs choix alimentaires. Bien que présentant plus fréquemment des revenus élevés, ils n'étaient pas ceux pour qui le prix était la motivation la moins importante (les *bio-green* étant

ceux y accordant le moins d'importance alors que la proportion d'individus présentant un revenu élevé était la 2^e plus faible). Ces observations montrent que le lien entre revenus et coût du bio est moins trivial qu'il n'y paraît. Toutefois, il est important de noter que le groupe des *gros mangeurs en conventionnel* était le groupe d'individus dont la part de bio dans le régime était la plus faible, mais aussi les individus les moins éduqués et ceux ayant la plus forte proportion de sujets avec des revenus faibles. Ils s'approvisionnaient principalement dans des hard-discounts et étaient plus enclins à accorder de l'importance au prix. Ceci souligne le potentiel frein que représentent les prix plus élevés en bio auprès des individus ayant les plus faibles revenus.

Ainsi, les niveaux de consommation bio et les comportements au sein de notre population d'étude étaient très divers. Les consommateurs bio et conventionnel ne peuvent donc être réduits à deux groupes totalement homogènes. Les futures études étiologiques sur le bio devront donc veiller à intégrer toutes les dimensions de l'alimentation. Ces résultats soulignent ainsi la nécessité d'intégrer une diversité de profils lors de l'élaboration de stratégies visant à encourager les consommations alimentaires durables. En France, le marché bio se caractérise par la grande variété de ses circuits de distribution¹¹ et une offre toujours plus variée (Agence Bio 2016). Avec la diversité des canaux de distribution en bio, les types de consommateurs, leurs attitudes et leurs pratiques continueront de se diversifier, il est donc essentiel d'aller plus loin dans la compréhension de ces profils et les comportements associés.

6) Consommation de bio et profils cardiométaboliques

Les analyses transversales réalisées dans cette thèse visant à étudier l'association entre la consommation de bio et le syndrome métabolique ont montré une probabilité plus faible de présenter celui-ci chez les forts consommateurs de bio. Même si des études prospectives sont nécessaires pour confirmer ces premiers résultats, on peut soulever l'hypothèse d'un lien inverse entre le syndrome métabolique et l'augmentation de la part de produits issus de l'agriculture biologique et ce en lien avec des études expérimentales.

¹¹ Les grands distributeurs y voient un marché de plus en plus rentable. Le groupe Auchan vient par exemple d'inaugurer son magasin bio « cœur de nature » en septembre 2016 tandis que Carrefour multiplie ses points de vente « Carrefour bio » (source : <http://www.lineaires.com/LA-DISTRIBUTION/Les-actus/Caer-de-Nature-Auchan-prend-un-virage-proxi-sur-le-bio-48984>). Les magasins bio spécialisés sont ceux qui ont pris le plus d'ampleur.

En effet, en raison du cahier des charges de ce mode de production, la fréquence des résidus de pesticides trouvée les produits issus de l'agriculture biologique est bien moindre (15,5% des produits bio contenaient des résidus dont 0,8% avec des taux supérieurs à la limite autorisée vs. 44,4% des produits conventionnels dont 2,7% avec des taux supérieurs à la limite légale) (European Food Safety Authority 2015). Les individus ayant un régime davantage bio réduiraient ainsi leur exposition « globale » aux pesticides (comme mis en évidence dans des études chez les adultes (Oates et al. 2014; Curl et al. 2015) et dans le cadre de ce travail pour certains composés). Il a, par ailleurs, été montré, essentiellement dans des études expérimentales, qu'une exposition aux pesticides, dont beaucoup sont des perturbateurs endocriniens (Mnif et al. 2011), aurait un impact sur le métabolisme glucidique et lipidique pouvant expliquer la plus faible probabilité de syndrome métabolique chez les consommateurs dont la part de bio était la plus élevée. Lors de la conférence dédiée *Role of environmental chemicals in diabetes and obesity: a National Toxicology Program workshop review* (Thayer et al. 2012), le groupe travaillant sur les pesticides a estimé que les données actuelles de la littérature soutenaient la plausibilité qu'une exposition à différents pesticides puisse être un facteur de risque d'obésité et de diabète malgré le faible niveau de preuve lié au trop faible nombre d'études.

Par ailleurs, de manière intéressante, nos analyses ont notamment montré une association négative entre l'augmentation de la part consommée en bio des fruits et les légumes, des féculents et des produits complets et le syndrome métabolique alors qu'aucune association n'avait été observée avec la viande, la volaille et la charcuterie. Ceci va dans le sens du dernier rapport de l'EFSA (European Food Safety Authority 2015) qui a montré que les limites maximales de résidus étaient plus souvent dépassées pour les produits végétaux (comme les fraises, la laitue, les pommes ou encore l'avoine) alors que ce n'était pas le cas pour les produits d'origine animale comme la viande de porc ou le lait de vache. Aussi, ce serait les produits d'origine végétale conventionnels qui contribueraient le plus à l'exposition aux pesticides via l'alimentation.

Afin de prendre en compte l'effet du régime (plus favorable à la santé chez les forts consommateurs comme vu précédemment) mais également d'autres facteurs du mode de vie comme le statut tabagique et l'activité physique qui jouent un rôle dans le développement d'un syndrome métabolique, nous avons réalisé des analyses stratifiées. Excepté chez les fumeurs, une part plus élevée de bio dans le régime était négativement associée à la présence d'un syndrome métabolique quel que soit le sous-groupe d'individus considéré. Chez les fumeurs, l'augmentation de la contribution de bio dans le régime n'était

pas liée à une plus faible probabilité de présenter le syndrome métabolique. On peut donc penser que le facteur de risque que représente le tabac prédominait. Dans cette classe « à risque », le bio semblait moins jouer.

On peut aussi soulever l'hypothèse que la potentielle meilleure qualité globale des produits bio (à savoir l'ensemble des paramètres « positifs » : plus grandes quantités de métabolites secondaires par exemple, en plus de l'absence de paramètres « négatifs » comme l'effet cocktail des pesticides ou les antibiotiques) aurait une influence sur le statut métabolique des individus mais cela reste difficilement mesurable.

Enfin, en dépit des nombreux facteurs pris en compte, on ne peut omettre l'effet résiduel de confusion attribuable au profil différent des forts consommateurs de bio. Des études prospectives sont donc nécessaires afin d'évaluer si, et dans quelle mesure un régime bio contribuerait à améliorer les paramètres métaboliques des individus.

7) Résidus de pesticides dans les urines : des contaminations significativement plus faibles pour certains résidus chez les forts consommateurs de bio

Nos résultats ont montré une plus faible teneur en 2-(diéthylamino)-6-méthylpyrimidin-4-ol/one total, en DETP et DMTP (deux métabolites des organophosphorés non spécifiques) et en 3-PBA (un métabolite de pyréthrinolide) dans les urines des forts consommateurs de bio comparés aux faibles consommateurs.

Une étude réalisée chez les adultes a montré une réduction de la présence des DAP associée à une plus fréquente consommation de bio (estimée à partir de données de fréquence auto-déclarées) (Curl et al. 2015). Dans l'étude d'intervention réalisée par Oates et al. chez treize individus, il a été trouvé que le passage à un régime bio (80%) réduisait drastiquement l'exposition aux métabolites DAP. Dans cette étude croisée australienne, des différences significatives ont été trouvées entre les phases bio et conventionnelle en ce qui concerne les niveaux DMP and DMTP (Oates et al. 2014). Ici, aucune différence significative n'a été observée entre les niveaux de DAP (biomarqueur global). En revanche, au niveau des métabolites individuels, on observait une différence entre les deux groupes concernant les niveaux de DETP et de DMTP. Par ailleurs, l'analyse de sensibilité (un seuil de 5% de part de bio attribué au groupe *conventionnel* dans l'alimentation) a permis de détecter une différence significative

entre les deux groupes concernant les DAP. Ce résultat peut découler de l'augmentation de la part conventionnelle dans le régime et donc de la contamination des produits et de l'exposition. Il peut également s'agir du fait qu'en accentuant l'écart entre les deux groupes on réduit l'effet des erreurs de mesure concernant les estimations de consommation et de bio. Le développement de biomarqueurs du bio, comme les « signatures » isotopiques par exemple, comme référence permettrait d'utiliser des données objectives pour valider ces résultats.

Notre étude est la première réalisée chez les adultes à avoir mis une évidence une différence de niveaux de contamination concernant un biomarqueur générique des pyréthriinoïdes, ainsi que le 2-(diéthylamino)-6-méthylpyrimidin-4-ol/one total.

Les hypothèses pouvant expliquer l'absence de différences pour les autres contaminants entre les individus sont multiples :

- L'estimation de la part de bio a été calculée à l'aide d'un FFQ sur l'année écoulée en aval de la collecte des urines alors que la durée de demi-vie de certains métabolites est très courte, notamment celle des DAP. Les biomarqueurs DAP, s'ils représentent une mesure objective de l'exposition aux OP (Barr et al. 2011), sont en plus d'être des marqueurs non spécifiques, imprécis concernant l'exposition à long terme. Il peut donc s'agir d'erreurs de mesure liées aux outils et à la fenêtre différente utilisée concernant l'estimation de la consommation de bio et les dosages urinaires. Des individus pourtant forts consommateurs de bio ont ainsi pu ne pas consommer bio la veille des dosages.
- Cette absence de différence pourrait également résulter des seuils fixés pour définir les forts et faibles consommateurs de bio, comme l'a illustré l'analyse de sensibilité. Une consommation d'au moins à 50% de produits issus de l'agriculture biologique signifie qu'une partie non négligeable de l'alimentation ne l'était pas. Or, de manière générale, les consommateurs de bio sont des plus forts consommateurs de fruits et légumes dont les niveaux de pesticides sont élevés dans les produits conventionnels. Toutefois, la consommation des fruits et légumes avait été intégrée dans le SP-modèle et les apports usuels des deux groupes en ces produits n'étaient pas significativement différents.
- Certaines contaminations pourraient être liées aux expositions environnementales extérieures (usage domestique). Ainsi, par exemple, le thiabendazole est autorisé en tant que biocide.

- Il est également possible que les individus aient consommé des produits bio contaminés (la réglementation européenne autorise la mixité des deux pratiques agricoles sur des variétés différentes dans une même exploitation)
- Les analyses sont basées sur des données observées et sont donc sujettes à des erreurs de mesure.
- Enfin, l'absence de différences significatives entre les deux groupes pourrait être due à un manque de puissance en particulier pour certains contaminants.

L'originalité de cette étude réside dans son schéma observationnel et non expérimental qui repose sur des niveaux observés en population. Globalement, un régime basé sur au moins 50% de produits bio engendrait une plus faible teneur en certains résidus de pesticides comparé à un régime basé principalement sur des produits conventionnels. Si cette étude suggère une diminution de l'exposition à certains pesticides avec un régime bio, elle ne permet pas d'évoquer des conséquences directes sur la santé. Néanmoins, si les effets en termes cliniques de tels régimes doivent être approfondis, il n'en reste pas moins que dans le cadre de mise en pratique du principe de précaution à l'échelle individuelle, une consommation de produits issus de l'agriculture biologique pourrait être un moyen de diminuer l'exposition aux produits chimiques de synthèse (en particulier chez des populations à risque comme les jeunes enfants ou les femmes enceintes).

8) Le frein économique à la consommation de bio

La consommation de bio permettrait une diminution de l'exposition aux pesticides. Encore faut-il disposer de moyens économiques suffisants pour consommer bio. Dans ce travail, nous avons constaté que, de manière générale le revenu ne semblait pas être le plus fort déterminant à la consommation de produits bio contrairement au niveau d'études par exemple. Néanmoins, s'il ne semblait pas exister un gradient entre la consommation de bio et le revenu, les groupes dont la proportion d'individus ayant un faible revenu était importante et pour qui le prix était une motivation principale lors des choix alimentaires présentaient les plus faibles consommations de bio. Le prix demeure, en effet, le frein majeur à l'achat de produits issus de l'agriculture biologique et un levier important sur lequel jouer (Hoffmann et Wivstad 2015). En effet, les analyses préliminaires réalisées sur le coût du régime ont montré une augmentation de la dépense avec la part de bio (+50% avec Q1 : 7,73 €/j vs. Q5 : 11,59 €/j). Des analyses plus approfondies sont nécessaires pour évaluer quelle est la part attribuable au régime lui-même (structure de la diète différente basée sur des produits végétaux chez les bio) et aux coûts

supplémentaires des produits bio. On peut également penser qu'avec l'augmentation de la demande, il est probable que davantage de producteurs, s'ils sont accompagnés, envisagent l'agriculture biologique comme des options viables et rentables, permettant une stabilisation de l'offre et des prix. Les premiers chiffres de 2016 communiqués par l'Agence Bio témoignent de cette engouement vers la bio, comme vu précédemment (21 nouvelles fermes bio chaque jour sur les 6 premiers mois de l'année 2016 et la barre des 1,5 millions d'hectares dépassée).

II. Considérations méthodologiques

A. Estimations des consommations alimentaires et des apports en nutriments

L'estimation des consommations alimentaires dans les études épidémiologiques est soumise à des erreurs de mesure. Les données alimentaires collectées ici reposaient principalement sur l'utilisation d'un questionnaire de fréquence alimentaire semi-quantitatif validé (Kesse-Guyot et al. 2010). Cet outil de recueil permet d'évaluer la consommation habituelle (ou usuelle). Il a pour avantage son faible coût, sa facilité d'utilisation et son applicabilité à de larges échantillons et permet de classer précisément les individus (Cade et al. 2004). Cette méthode présente néanmoins des limites. Elle ne permet pas un niveau de détail élevé concernant la composition des repas ou les modes de cuisson des aliments. La liste fermée d'aliments entraîne des inexactitudes dans l'estimation des fréquences et des quantités et les apports nutritionnels estimés s'en trouvent biaisés à la hausse si la liste est longue, ou à la baisse si elle est courte (Thompson et Byers 1994). Ainsi, les FFQ semblent plus adaptés lorsqu'il s'agit de classer les individus selon leurs consommations plutôt que pour estimer précisément des apports nutritionnels.

Le questionnaire utilisé dans nos travaux comportait un grand nombre d'items (>260), ce qui a permis de couvrir une grande diversité d'habitudes alimentaires en particulier celles associées à de fortes consommations de bio. Cependant, il a pu également entraîner un phénomène de lassitude au cours de la collecte des informations, et comme énoncé précédemment, il a pu mener à une surestimation des apports, comme ceux des fruits et légumes par exemple. Les non-consommateurs de bio dans notre étude avaient ainsi un apport de plus de 500 g/j contre 390 g/j dans l'étude représentative française ENNS (Etude Nationale Nutrition Santé) (Castetbon et al. 2009), étude représentative basée sur des

rappels de 24h. En outre, le questionnaire ayant été administré durant les saisons été et automne (Juin-Octobre), un biais de saisonnalité ne peut être exclu même s'il a été montré que les FFQ permettent une meilleure estimation des aliments consommés de façon non régulière (Carroll et al. 2012). L'identification des tailles des portions et comment on se les représente peut être aussi tributaires de facultés individuelles comme la perception, la conceptualisation et la mémorisation et jouer un rôle dans l'estimation des quantités (Rutishauser 2005).

Il faut rappeler que le questionnaire utilisé était adapté d'un questionnaire de fréquence validé (Kesse-Guyot et al. 2010) et que le manuel de photographies utilisé pour l'estimation des portions et la table de composition ont été publiés et validés (Le Moullec et al. 1996).

D'autre part, afin de corriger le biais de sous-/sur-déclaration, résultant de la tendance à sous-estimer ou surestimer les apports et les quantités consommées, les individus au-dessus ou en-dessous des seuils d'AE/BE (P1 et P99) - déterminés à partir des données de consommation de l'ensemble des individus de la cohorte du questionnaire de fréquence initial - ont été exclus.

Dans le cadre du travail réalisé sur les 54 283 individus, nous avons également utilisé les enregistrements de 24h afin d'estimer les apports alimentaires. Nous nous sommes basés sur au moins trois enregistrements de 24h, comme préconisé dans la littérature (Willett 2012). Par ailleurs, dans le cadre d'une étude de validation menée dans un sous-échantillon de volontaires de la cohorte, il a été montré que les apports en poisson, fruits, légumes et certains micronutriments estimés lors des enregistrements de 24 heures étaient relativement bien corrélés à des biomarqueurs mesurés dans le sang : β -carotène, vitamine C et AGPI n-3, confirmant la validité des données alimentaires recueillies dans le cadre de l'étude NutriNet-Santé (Lassale et al. 2016). La même étude a comparé les apports en protéines, potassium et sodium estimés par l'outil de recueil de 24h de l'étude NutriNet-Santé à ceux mesurés dans les urines et a montré une bonne validité des données auto-déclarées en ligne (Lassale et al. 2015)

Enfin, les tables de composition sont nécessaires afin de calculer des apports en nutriments à partir des consommations alimentaires. La table de composition utilisée pour déterminer la composition des aliments du FFQ bio qui comporte un très grand nombre d'aliments (>2000) a été spécifiquement élaborée pour l'étude NutriNet-Santé et a été publiée (Etude NutriNet-Santé 2013). Il peut exister des

erreurs de mesure relatives à cette procédure qui sont liées à la variation de la composition des aliments selon les conditions environnementales, la localisation géographique, les méthodes de préparation et la production alimentaire (Andreeva et Kesse-Guyot 2015).

Il convient de rappeler, comme cela a été évoqué plus haut, que la table de composition utilisée ne différenciait pas les produits bio des produits conventionnels. Il est donc probable que certaines différences dans les teneurs en nutriments rapportées dans les récentes méta-analyses comparant la qualité des produits bio et conventionnels aient été sous-estimées. Les principales différences rapportées sur les nutriments portaient sur la plus forte teneur en antioxydants dans les cultures bio, les plus fortes teneurs en AGPI, AGPI n-3, LA, α -tocophérol, fer et les plus faibles teneurs en iode et sélénium dans le lait bio (Barański et al. 2014; Średnicka-Tober et al. 2016a). L'élaboration de tables de composition actualisées tenant compte des modes de production semble cruciale pour évaluer avec précision les potentielles différences d'apports en nutriments des forts et faibles consommateurs de bio mais les données disponibles actuellement demeurent parcellaires.

B. (Sur)estimation de la part de bio

La part de bio de chaque item consommé par les participants a été estimée à l'aide d'une échelle de fréquence à cinq modalités (jamais/rarement/la moitié du temps/souvent/toujours). Nos travaux sont les premiers à intégrer dans les analyses des données aussi précises sur la part de bio dans les consommations, à savoir au niveau de l'aliment, permettant de rendre compte d'une grande variété de pratiques alimentaires en bio.

Néanmoins, l'utilisation de cette échelle de fréquence à 5 modalités et sa traduction en données quantitatives par l'attribution de pourcentages arbitraires a conduit à une probable surestimation de la consommation de bio. En effet, un pourcentage de 25% a été alloué à la fréquence « rarement », ce qui ne reflétait pas les consommations très occasionnelles ou accidentelles. Toutefois, comme indiqué dans la partie « Sujets et Méthodes », plusieurs analyses ont été réalisées afin d'évaluer l'ampleur de cette allocation arbitraire d'un pourcentage. Une analyse de sensibilité a été réalisée en remplaçant 25% par 10% et les résultats n'ont pas été substantiellement modifiés. De même, les simulations de Monte-Carlo

dans lesquelles les modalités n'étaient pas des valeurs fixées mais des valeurs qui variaient selon une distribution uniforme ont débouché sur des conclusions similaires.

Les fortes consommations de bio comparées aux chiffres des ventes de bio sont aussi en partie attribuables à la population particulière ayant rempli le FFQ bio. En effet, le redressement a eu "autant d'effet" (-3%) quant à la baisse des parts de bio dans l'alimentation que le changement de pourcentage de 25% en 10% (-3% en moyenne). S'agissant de volontaires impliqués dans une étude de cohorte sur la nutrition et la santé, la population de NutriNet-Santé est en effet particulière sociodémographiquement (plus éduquée, comportant plus de femmes que la population générale (Andreeva et al. 2015)) et présentent, par ailleurs, probablement un fort intérêt pour ces thématiques (Méjean et al. 2014). D'autre part, les individus ayant complété le FFQ bio, un questionnaire long et optionnel, représentaient un sous-échantillon encore plus particulier (plus souvent des retraités et des hommes), différent des inclus de NutriNet-Santé, et probablement très portés sur les produits bio. Afin de ne pas sélectionner uniquement des consommateurs de bio, le questionnaire a été présenté aux participants comme portant sur la consommation alimentaire en général. De même, les consommateurs de bio étaient certainement plus enclins à remplir les questionnaires relatifs aux attitudes vis-à-vis du bio que les non-consommateurs.

De plus, les modalités de consommation de bio les plus déclarées étaient par ordre décroissant : « jamais », « rarement », « toujours », « souvent », « la moitié du temps ». Il est ainsi possible que les individus aient surestimé leurs consommations en bio comme en témoignent les modalités « souvent » et « toujours » qui étaient fréquemment rapportées. Enfin, un biais de désirabilité quant à la déclaration de bio est probable. Celui-ci est fréquemment rapporté dans des études relatives à la consommation globale (Hebert et al. 2008). Ces différents éléments permettent d'expliquer la forte part de bio dans le régime observée dans notre étude.

Nous pouvons donc considérer que les « faibles consommateurs de bio » sont en réalité des non forts consommateurs ou les plus faibles consommateurs de notre population. Ils s'expriment en valeur relative par rapport aux sujets qui sont des plus forts consommateurs dans notre étude. Ils ne correspondent donc pas à une définition dans l'absolu de ce qu'est un « faible consommateur ».

Toutefois, si en moyenne les parts et consommations de bio dans nos échantillons n'étaient probablement pas représentatives de la population générale, le pourcentage de non-consommateurs

(c'est-à-dire la proportion de participants ayant répondu « jamais » pour tous les items à la question sur la fréquence de consommation en bio) était relativement conséquent : supérieur à 11% après redressement et presque identique de celui de l'Agence Bio de 2015 (échantillon de 1000 individus représentatif de la population française) (Agence Bio/CSA 2015). Nos résultats semblaient également proches de ceux du marché en termes de groupes alimentaires les plus largement contributeurs en bio, comme vu précédemment.

C. Biais de mémoire et de désirabilité (biais liés au répondant)

D'autres types de biais, inhérents aux études épidémiologiques nutritionnelles, sont les biais de mémoire et de désirabilité. Les erreurs et les oublis dans les déclarations peuvent relever de biais de mémoire ou de biais de désirabilité sociale (fait de se présenter d'une manière plus favorable aux autres, de manière consciente ou non) (Gibson 2005; Hebert et al. 1995; Hebert et al. 2008; Thompson et Byers 1994). Les questionnaires de fréquence alimentaire qui requièrent un fort effort de mémoire sur une période longue sont généralement plus sujets au biais de mémoire que les enregistrements ou rappels de 24h. Le biais de désirabilité sociale peut amener, par exemple, à sous-estimer les consommations d'aliments considérés comme malsains. Une étude a montré que la conduite d'études par internet semblait réduire le biais de désirabilité (Joinson 1999).

D. Données relatives aux comportements

Les données relatives aux comportements collectées dans cette thèse (motivations des choix alimentaires et perceptions et comportements vis-à-vis du bio) sont des données auto-déclarées par le sujet lui-même, ce sont des données dites subjectives (Falissard 2008). Elles sont sujettes à des biais liés au répondant et à l'outil de mesure (Podsakoff et al. 2003).

Ainsi, par exemple, l'échelle de réponse proposée, l'utilisation d'items positifs ou négatifs ou la formulation des énoncés sont susceptibles d'entraîner des biais de mesure et ainsi de jouer sur la validité des résultats (Podsakoff et al. 2003). Néanmoins, l'usage d'une échelle de Likert à 5 modalités dans le questionnaire relatif aux motivations était concordant avec les études préconisant d'utiliser un nombre

impair de modalités afin notamment de permettre aux indécis de répondre et de limiter le taux de non-réponse (Dickes et al. 1994).

De même, des modalités de non-réponse étaient proposées dans le questionnaire relatif aux fréquences d'utilisation des produits bio. Concernant le questionnaire sur les attitudes sur le bio (ayant servi à recueillir notamment les données sur les lieux d'achats), différents types d'énoncés étaient proposés afin de réduire la lassitude du répondant. Nous avons également veillé, comme cela est préconisé (Falissard 2008), à utiliser des formulations dans un niveau de langue équivalent au français parlé et évité d'utiliser des formulations négatives.

Par ailleurs, dans une étude de validation il a été testé les propriétés psychométriques du questionnaire des motivations de choix alimentaires (Sautron et al. 2015). Le modèle a démontré une excellente validité interne (AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index) : 0,97 ; SRMR (Standardized Root Mean Square Residuals) : 0,07) et des indices de fiabilité satisfaisants (cohérence interne : 0,96 ; PABAK (Prevalence And Bias Adjusted Kappa) allait de 0,31 à 0,68 sur une période de 4 semaines).

E. Données de santé et dosages

Le recueil des données relatives aux événements de santé suit une procédure standardisée décrite dans la partie « Sujets et Méthodes », permettant de recouper les déclarations avec des données validées ou officielles. Concernant les analyses transversales réalisées sur le syndrome métabolique, elles étaient basées sur des données cliniques, mesurées par des techniciens formés, ou biologiques, mettant en œuvre un protocole standardisé et utilisant les mêmes appareils de mesure pour tous les participants (Serge Hercberg et al. 2010) permettant d'obtenir des données mesurées de très bonne qualité.

De même, les dosages de pesticides dans les urines ont été réalisés par le laboratoire d'analyses Labocéa. Les analyses ont été réalisées en routine suivant une procédure standardisée. La précision des analyses réalisées dépendait des limites de détection et de quantification (variables selon les molécules dosées) des appareils de mesure. Les analyses présentées se sont basées sur le scénario « MiddleBound », car il s'agit d'un scénario déjà utilisé dans la littérature (Bradman et al. 2015; Oates et al. 2014). De plus, il ne s'agissait pas ici de mesures d'exposition à partir de données alimentaires pour

lesquelles le calcul des hypothèses hautes et basses est préconisé (Nougadère et al. 2012) mais de dosages urinaires. Il est à noter que nous avons réalisé des analyses supplémentaires avec la mise en œuvre des scénarios « UpperBound » et « LowerBound » et des résultats semblables ont été observés. Néanmoins, un seul échantillon d'urine avait été analysé pour chaque individu et il n'est, en outre, pas exclu que des erreurs liées aux appareils de mesure, à la lecture de la mesure ou à la saisie aient affecté les données malgré les procédures de vérification mises en œuvre.

F. Représentativité et généralisation des résultats

Comme précédemment, la prudence est de mise lors de l'interprétation et la généralisation des résultats à la population générale.

L'Etude NutriNet-Santé est une étude de cohorte sur les relations nutrition-santé basée sur le volontariat et est donc sujette à un biais de sélection. Celui-ci a pu altérer la validité externe des résultats. Il est probable que les participants présentent un fort intérêt pour les thématiques liées à la nutrition et la santé mais également pour celles liées à la durabilité, en particulier, ceux ayant répondu aux questionnaires de consommation et sur les attitudes vis-à-vis du bio. De plus, les analyses réalisées dans le cadre de l'étude complémentaire (article 2) ont montré que les individus de notre échantillon (n=54 283) étaient de manière générale plus susceptibles de connaître les recommandations comparés à la population française (Escalon et al. 2009). Ainsi, à titre d'exemple, 61,8% des individus connaissaient la recommandation relative aux fruits et légumes contre 87,1% dans notre étude. Des travaux visant à identifier les motivations des participants menée sur un sous-échantillon de la cohorte (n=6 352) ont montré que 61,4% des individus sollicités avaient déclaré vouloir participer à l'étude afin d'aider à faire avancer la recherche de santé publique sur la prévention des maladies chroniques (Méjean et al. 2014). Etant donné les objectifs de l'étude, les participants de l'étude NutriNet-Santé présentent donc potentiellement un comportement plus sain et un meilleur état de santé que le reste de la population, réduisant la variabilité des facteurs observés (Rothman, Greenland, et Lash 2008). Il est également à noter que les individus ayant rempli le FFQ bio présentaient des caractéristiques particulières comparées à celles des autres individus de la cohorte. Ils étaient plus souvent des hommes (26% vs. 21%) et plus souvent retraités (36% vs. 14%).

Par ailleurs, bien que les participants de l'étude NutriNet-Santé présentent une certaine diversité et des caractéristiques sociodémographiques marquées, les pourcentages de femmes et d'individus ayant fait des études supérieures étaient bien plus importants dans la cohorte NutriNet-Santé comparés aux chiffres nationaux (femmes : 78,0% vs. 52,4% ; éducation universitaire : 61,5% vs. 24,9% respectivement, $P < 0,0001$) (Andreeva et al. 2015). Les catégories socio-professionnelles plutôt favorisées sont également surreprésentées. Ainsi, même si elle est issue de la population générale, la cohorte NutriNet-Santé n'est pas représentative de la population française. Néanmoins, notamment en raison des canaux variés utilisés pour le recrutement, l'étude NutriNet-Santé a permis l'inclusion d'une vaste population hétérogène dont des catégories socio-économiques défavorisées (Kesse-Guyot et al. 2013). De plus, les interventions sur Internet permettent d'atteindre une population plus représentative de la population générale. La même étude sur les motivations des participants conduite sur un sous-échantillon de la cohorte a montré que 46,5% des participants déclaraient qu'ils ne se seraient pas inscrits si l'étude n'était pas sur Internet (Méjean et al. 2014).

Dans les analyses dont les visées étaient purement descriptives, afin de surmonter en partie ce biais et même si l'intérêt pour la nutrition demeurerait, un redressement sur les caractéristiques de la population française a été réalisé dans le but de rendre l'échantillon plus représentatif socio-démographiquement de celle-ci. Dans l'analyse typologique, ce redressement n'a pas été réalisé car les études portaient sur les comportements alimentaires propres à l'échantillon.

Enfin, des analyses stratifiées ont pu être réalisées sur de nombreux facteurs avec des effectifs suffisants grâce à la taille importante de la cohorte et la diversité de profils sociodémographiques et du style de vie présents dans celle-ci. Il faut également garder à l'esprit que la non-représentativité d'un échantillon n'empêche pas les analyses étiologiques d'associations observées entre l'exposition (ici le bio) et les effets sur la santé (le syndrome métabolique par exemple) (Nohr et al. 2006) tant qu'il existe une variabilité suffisante et un contrôle important des facteurs de confusion potentiels.

G. Interprétation des analyses transversales

Ces résultats reposent sur une étude observationnelle dans un schéma transversal, il n'est donc pas possible de conclure en termes de causalité. Toutes les études observationnelles sont en effet sujettes aux

biais de confusion. Si un grand nombre de facteurs de confusion ont été pris en compte, il n'est pas possible d'ajuster sur certains facteurs non mesurés (McNamee 2003) comme l'exposition aux pesticides ménagers qui n'a pas pu être prise en compte dans les analyses sur les résidus de pesticides, impliquant la non exclusion de l'effet résiduel de confusion. D'autre part, étant donné le schéma transversal, pour les analyses sur le syndrome métabolique notamment, un phénomène de causalité inverse ne peut être écarté malgré le nombre important de facteurs confondants intégrés aux modèles et les hypothèses mécanistiques suggérées dans la littérature scientifique notamment expérimentale. Certaines des associations observées peuvent être également bidirectionnelles : la consommation de bio entraîne-t-elle le régime sain qui elle-même entraîne un régime plus bio ou encore s'agit-il plutôt de la même démarche de qualité mis en œuvre par les consommateurs ? Dans le cadre de l'étude « cas-témoin pesticides » l'utilisation de l'appariement sur le score de propension a permis de se rapprocher des conditions d'un essai randomisé en intégrant un très grand nombre de facteurs confondants dans le score. Les différences significatives observées doivent être mises en regard du nombre de tests réalisés. Il convient dès lors de ne pas sur-interpréter les résultats.

III. Perspectives et implications

A. Perspectives de recherche

- 1) Analyse conjointe de la durabilité des régimes bio et Méditerranéen : une approche basée sur les caractéristiques individuelles

Les régimes Méditerranéens apparaissent comme des paradigmes alimentaires en termes de durabilité en raison de leur faible impact environnemental et des bénéfices qu'ils apportent sur la santé (Dernini et Berry 2015). Dans le cadre d'un stage de fin d'étude d'école d'ingénieur Agroparistech-ENSAT une analyse transversale dans un sous-échantillon de 22 866 individus, visant à étudier le potentiel lien entre le régime Méditerranéen et un régime basé majoritairement sur des produits issus de l'agriculture biologique et la durabilité via une approche basée sur les caractéristiques individuelles, a été mise en œuvre sous l'encadrement du Dr Emmanuelle Kesse-Guyot. Quatre groupes de sujets différant par leur adéquation au régime méditerranéen (évalué au moyen du score de Sofi (Sofi et al. 2014)) et leur part de bio dans le régime ont été caractérisés et comparés à l'aide de différents indicateurs traduisant certaines

composantes de la durabilité décrite par la FAO (Burlingame, B. A., & Dernini, S. 2012) à la fois sur le plan économique (coût des régimes), nutritionnel (qualité nutritionnelle des régimes), environnemental (proxy : ratio de protéines végétales/animales des régimes) et socioculturel (identification des motivations à l'égard de la durabilité). Ces premières analyses ont montré que les individus combinant à la fois une forte adéquation au régime Méditerranéen et ayant un régime dont la majorité des aliments étaient issus de l'agriculture biologique étaient ceux dont les indicateurs étaient les plus durables, excepté ceux liés aux aspects économiques, renforçant l'hypothèse de l'existence d'un régime plus en adéquation avec les critères de durabilité chez les consommateurs de bio.

2) Identification et caractérisation de profils alimentaires durables avec prise en compte du mode de production, et liens avec l'état de santé

Les études transversales menées dans le cadre de cette thèse ont mis en évidence un lien entre la qualité nutritionnelle des régimes (et plus largement les modes de vie) et la consommation de bio. Des associations ont également été observées avec l'historique de l'état de santé des individus. Il est indispensable de compléter et de confirmer ou infirmer ces premiers résultats par des analyses prospectives sur une durée suffisamment longue. La cohorte NutriNet-Santé pourra permettre l'étude des liens entre les profils alimentaires – ce en prenant en compte le mode de production - et l'évolution de l'état de santé des individus et la survenue de pathologies. A titre d'exemple, l'étude de Bradbury et al. a montré un lien potentiel entre la consommation de produits bio et le risque de développement d'un lymphome non-hodgkinien (Bradbury et al. 2014) (aucune autre association n'a été rapportée pour les autres types de cancer). Dans ce contexte, l'incidence de cancer et plus généralement de maladies chroniques en lien avec les profils « bio » sera étudiée. Pour ce faire, des modèles spécifiques stratifiés sur la qualité nutritionnelle du régime seront mis en œuvre. Il serait également intéressant de considérer le risque d'apparition d'allergies, d'eczéma et d'autres maladies auto-immunes en relation avec la consommation de bio afin de confirmer les résultats d'une étude réalisée aux Pays-Bas chez les jeunes enfants (Kummeling et al. 2008). Une collaboration est en cours de mise en place sur ce sujet.

Par ailleurs, dans le cadre des différents volets de BioNutriNet deux autres bases de données ont été élaborées (actuellement en cours de finalisation). Outre la table des prix, des données de teneur en contaminants (résidus de pesticides) et des données relatives aux impacts environnementaux (différents marqueurs ont été estimés comme la qualité de l'eau, les gaz à effets de serre ou l'acidification) ont été

collectées afin de mettre en relation les données de consommation du FFQ bio en tenant compte du mode de production de l'aliment (bio vs. conventionnel) et d'autres aspects liés à l'alimentation, i.e. au-delà de la valence nutritionnelle.

L'approche novatrice résidera dans l'évaluation de la durabilité des régimes à l'échelle individuelle à partir de données observées donc réelles, par opposition aux travaux de simulation, en combinant des données de consommation à des indicateurs environnementaux, toxicologiques et économiques estimés pour les aliments bio et conventionnels. Les études prospectives permettant l'évaluation de l'impact sur la santé de régimes plus ou moins respectueux de l'environnement sont rares et aucune n'intègre les modes de production (Masset et al. 2014; Vieux et al. 2012; Tilman et Clark 2014). Il serait également pertinent à terme d'élaborer une table de composition nutritionnelle en prenant en compte l'origine de production de l'aliment (bio ou conventionnel). Pour s'affranchir de la forte corrélation entre la qualité nutritionnelle et le bio, différents profils alimentaires pourraient être identifiés (sain/non-sain sur le plan nutritionnel et bio/non bio) afin de distinguer ces deux dimensions. Les consommations recueillies à l'échelle individuelle sur un très large échantillon constituent donc dans ce sens une ressource unique pour l'exploration des relations entre la durabilité des régimes (et ce en tenant compte des quatre composantes de la durabilité – socio-économique, environnementale, nutritionnelle et sanitaire) et l'impact à long terme sur la santé.

Une thèse visant à étudier l'impact à long terme sur la santé des régimes alimentaires afin d'identifier des modèles optimaux de régimes durables sur le plan individuel, environnemental et économique vient de débuter encadrée par le Dr. Emmanuelle Kesse-Guyot ¹². Par ailleurs, un projet de thèse dont le but serait d'évaluer l'incidence de cancer en population générale en lien avec la consommation de bio et l'exposition aux pesticides (à partir de données issues de la base des contaminants en bio et en conventionnel) a été élaboré.

Enfin, un questionnaire relatif aux comportements spécifiques tels que le végétarisme ou les régimes d'exclusion a été récemment administré aux participants de l'étude NutriNet-Santé. Ces données pourront être mises en regard de celles de consommations et des usages en bio afin de parvenir à une

¹² Cofinancement dans le cadre du programme Did'it de l'INRA et de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie)

meilleure appréhension de ces pratiques alimentaires de plus en plus courantes, au moins en France. Des analyses pourront permettre de comprendre les déterminants et les impacts de ces choix alimentaires et de la non-consommation de certains aliments (motivations liées à la santé ou à d'autres facteurs). Elles serviront également à comprendre si ces comportements sélectifs (consommation de bio, végétalisme ou encore éviction des produits à base de gluten ou produits incluant du lactose par exemple) s'inscrivent dans une même approche et sont issues de certaines croyances à l'égard de l'alimentation. Des modèles de décomposition des parts attribuables pourront être utilisés afin de mieux distinguer ces aspects dans la description des comportements.

3) Autres volets du projet BioNutriNet

Un volet de BioNutriNet non présenté dans ce manuscrit et réalisé par l'équipe TOXALIM et coordonné par Laurent Debrauwer repose sur l'identification de signatures métabolomiques selon les groupes bio et conventionnel du sous-échantillon de 300 individus. Cette approche non-ciblée, complémentaire de celle des dosages urinaires en résidus de pesticides, permettra de mettre en évidence des potentielles expositions à d'autres molécules dans les deux groupes d'individus.

L'évaluation du statut nutritionnel (statuts en vitamines, minéraux et profils lipidiques) de ces individus a également été réalisée via les dosages sanguins afin de mieux caractériser ces deux groupes de consommateurs.

B. Perspectives en santé publique

Les thèmes abordés et les résultats de cette thèse interrogent la notion de qualité d'un aliment, de qualité d'un régime et plus largement de la santé. Dans un contexte de méfiance et d'inquiétude des consommateurs à l'égard du système alimentaire mais également de crise environnementale, la qualité d'un aliment ne semble plus se résumer uniquement à sa valeur nutritionnelle : les dimensions toxicologiques (sanitaires) et environnementales sont désormais probablement à intégrer dans le cadre d'une approche holistique.

La possible meilleure qualité d'un produit bio se définit par la présence potentielle d'attributs positifs mais également son absence d'attributs négatifs. On peut parler d'aménités de la bio dans le sens où

celle-ci apporte des attributs non marchands comme la préservation des écosystèmes, la revitalisation rurale ou le maintien des paysages. Nous avons observé qu'un régime basé sur davantage de produits biologiques réduit l'exposition aux pesticides. Ainsi, il pourrait être important pour ceux respectant le repère nutritionnel concernant les fruits et légumes de considérer l'option « bio » afin de limiter l'exposition en pesticides. La laitue, les fraises ou encore les pommes sont parmi les produits les plus contaminés en résidus de pesticides (European Food Safety Authority 2015). En particulier, il ne serait pas totalement aberrant pour certains groupes d'individus plus à risque (femmes enceintes ou jeunes enfants) de préconiser la consommation de fruits et légumes bio dans un cadre de principe de précaution (Vania, Alleva, et Bernasconi 2015).

Une autre dimension qu'il est primordial de prendre en considération et faisant partie intégrante de la définition de durabilité est la composante environnementale. Le label bio étant le gage de certaines pratiques plus écologiques, la consommation de produits bio peut se voir comme un choix citoyen vis-à-vis de la préservation des ressources environnementales. Comme cela a été plusieurs fois évoqué dans ce travail, l'orientation vers le bio est souvent le reflet de considérations environnementales.

Dans ce sens, il s'avère nécessaire de poursuivre les recherches afin de disposer d'arguments chiffrés, pour proposer l'intégration d'une dimension « durable » aux recommandations nutritionnelles françaises, facteur actuellement non pris en compte contrairement à ce qui est développé dans d'autres pays (Qatar, Brésil, Suède et Allemagne) (Fischer et Garnett 2016). Les futures recherches devront donc donner la priorité aux méthodes pluridisciplinaires et à l'évaluation de multiples indicateurs de durabilité, robustes et reproductibles (Jones et al. 2016).

L'agriculture biologique ne devrait pas être vue comme un « aboutissement » mais comme un outil disponible dans la dynamique du développement de systèmes alimentaires plus durables (intégrant tous les maillons de la chaîne : de la production à la consommation). Aussi, il est avant tout nécessaire d'évaluer dans quelle mesure « le système agricole bio » peut servir de fer de lance vers des systèmes alimentaires durables notamment concernant les effets sur la santé et l'environnement. Les divers systèmes agricoles se doivent de puiser mutuellement dans les forces et atouts de chacune des pratiques. Sur le plan de la santé publique, au-delà du développement et de la démocratisation du bio, la bio peut donc servir à améliorer le conventionnel. Dans le cadre de la transition agricole et alimentaire vers des systèmes plus durables, il est important que toutes les parties prenantes concourent à dialoguer entre

elles. Des instruments légaux afin de lier environnement et santé dans les politiques nutritionnelles mais aussi des instruments de facilitation à l'innovation dans la recherche scientifique afin notamment de mieux accompagner les producteurs et d'établir des indicateurs permettant de juger d'un système alimentaire durable sont à préconiser (Reganold et Wachter 2016). De même, des instruments financiers seront nécessaires afin d'attribuer une valeur monétaire aux externalités positives de certaines pratiques agricoles (Reganold et Wachter 2016).

La consommation façonne les systèmes alimentaires et les systèmes alimentaires façonnent la consommation. Se concentrer uniquement sur la sensibilisation des consommateurs semble bien sûr insuffisant pour induire de forts changements dans les comportements individuels mais peut aider au développement de politiques nutritionnelles (Garnett et al. 2015). Aussi les études en population constituent une étape nécessaire et essentielle pour développer et mettre en œuvre des systèmes alimentaires plus durables.

L'agriculture biologique dispose aujourd'hui d'une relative aura auprès des consommateurs (CREDOC 2016) dans un contexte d'inquiétude et de méfiance vis-à-vis de la filière agroalimentaire. Avec la « massification » de l'agriculture biologique et de la consommation de produits bio et l'entrée de nouveaux acteurs, une perte des valeurs originelles de l'agriculture biologique peut être crainte (Teil 2012). Le changement d'échelle auquel on assiste, fait que deux conceptions différentes du bio s'affrontent : « un bio objectivé » par les critères *a priori* et réglementaires du label en opposition à « un bio éco-alternatif » puisant ses sources dans des mouvements militants originels très engagés. Pour tendre vers un bio « durable », l'auteur insiste sur l'importance d'une coexistence mais également d'une interaction entre ces deux conceptions de la bio pouvant s'enrichir l'une l'autre (Teil 2012). Dans ce sens, un label « bio » exigeant apparaît comme une clé de confiance essentielle auprès des consommateurs.

L'urgence est grande mais les enjeux considérables.

CONCLUSION

Ce travail de thèse s'inscrit dans un contexte où la bio suscite une attention croissante de la part des producteurs, des consommateurs, des industriels mais aussi des médias et des politiques. Cette thèse constitue une contribution à une meilleure compréhension des profils de consommateurs et les implications potentielles peuvent s'intégrer dans le cadre :

- de futures études étiologiques intégrant le bio dans la mesure de l'exposition liée à l'alimentation. Les analyses réalisées au cours de ce travail ont permis de répondre à de nombreux objectifs dont : l'identification de nombreux corrélats, potentiels facteurs de confusion, la prise en compte de la diversité des profils de mangeurs, de gradient de consommation de bio, grâce à l'utilisation de données précises et détaillées selon les groupes alimentaires. Les conclusions des premières analyses transversales sur les marqueurs de santé restent à confirmer dans des études prospectives ultérieures.
- d'initiatives visant à promouvoir un régime alimentaire durable (sain et respectueux de l'environnement) via l'identification et la caractérisation des régimes, des motivations et des pratiques d'achat de différents profils de consommateurs

Par ailleurs, ce travail peut servir de base à de futures recherches. Les bases déjà existantes seront enrichies par d'autres bases de données à disposition pour de futures études entre consommations alimentaires et durabilité en intégrant toutes les composantes de la durabilité via une approche multidimensionnelle. Ces résultats pourraient, à terme, contribuer, à l'optimisation des recommandations nutritionnelles de santé publique en intégrant une dimension durable, facteur actuellement non considéré en France contrairement à d'autres pays.

Le 4ème séminaire du DIM-Astrea sur la recherche en agriculture biologique en Île-de-France ayant eu lieu à Paris le 29 mars 2016 s'ouvrait sur ces mots :

« L'agriculture biologique est à l'agriculture conventionnelle ce que les énergies renouvelables sont aux énergies fossiles. L'espoir est qu'elle constitue une alternative mais son avènement pose différentes questions, qui seront examinées durant le séminaire selon trois volets : production, consommation/commercialisation, transformation ».

Nous espérons au travers de cette thèse avoir contribué à une meilleure caractérisation du volet « consommation ».

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aertsens, Joris, Wim Verbeke, Koen Mondelaers, et Guido Van Huylenbroeck. 2009. « Personal determinants of organic food consumption: a review ». *British Food Journal* 111 (10): 1140- 67. doi:10.1108/00070700910992961.
- AFSSA. 2003. « Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique ».
- Agence Bio. 2014. « La Bio en France : de la production à la consommation. »
- Agence Bio. 2015a. « La Bio dans l'Union Européenne - Edition 2014 ». http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/documents/4_Chiffres/BrochureCC/CC2014_Europe.pdf.
- Agence Bio. 2015b. « La réglementation en agriculture biologique : principes et spécificités ». http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/documents/3_Espace_Pro/synthese_reglementation_0.pdf.
- Agence Bio. 2016. « La Bio en France : des Producteurs aux Consommateurs ». http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/documents/4_Chiffres/BrochureCC/cc2016_france_1.pdf.
- Agence Bio. 2016. « Brève histoire de la Bio ». Consulté le août 21. <http://www.agencebio.org/breve-histoire-de-la-bio>.
- Agence Bio/CSA. 2015. « Baromètre de consommation et de perception des produits biologiques en France (Barometer of Consumption of Organic Products in France). » In .
- Agence Bio/CSA. 2016. « Baromètre de consommation et de perception des produits biologiques en France, 13ème édition ». http://www.agencebio.org/sites/default/files/upload/documents/4_Chiffres/BarometreConso/1400610_agence_bio_rapport_2015_vp.pdf.
- Akçay, Yasemin Delen, Hatice Kalkan Yıldırım, Ulgar Güvenç, et Eser Yıldırım Sözmen. 2004. « The effects of consumption of organic and nonorganic red wine on low-density lipoprotein oxidation and antioxidant capacity in humans ». *Nutrition Research* 24 (7): 541- 54. doi:10.1016/j.nutres.2004.04.004.
- Alberti, K.G.M.M., R. H. Eckel, S. M. Grundy, P. Z. Zimmet, J. I. Cleeman, K. A. Donato, J.-C. Fruchart, W. P. T. James, C. M. Loria, et S. C. Smith. 2009. « Harmonizing the Metabolic Syndrome: A Joint Interim Statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity ». *Circulation* 120 (16): 1640- 45. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644.
- Alfvén, T, C Braun-Fahrländer, B Brunekreef, E von Mutius, J Riedler, A Scheynius, M van Hage, et al. 2006. « Allergic Diseases and Atopic Sensitization in Children Related to Farming and Anthroposophic Lifestyle--the PARSIFAL Study ». *Allergy* 61 (4): 414- 21. doi:10.1111/j.1398-9995.2005.00939.x.
- Ali, M. S., R. H. Groenwold, et O. H. Klungel. 2016. « Best (but Oft-Forgotten) Practices: Propensity Score Methods in Clinical Nutrition Research ». *American Journal of Clinical Nutrition* 104 (2): 247- 58. doi:10.3945/ajcn.115.125914.
- Andreeva, Valentina, et Emmanuelle Kesse-Guyot. 2015. « Nutrition and Cognition in the Context of Ageing: Role of Dietary Patterns ». In *Nutrition for Brain Health and Cognitive Performance*,

- édité par Talitha Best et Louise Dye, 11- 40. CRC Press.
<http://www.crcnetbase.com/doi/10.1201/b18563-4>.
- Andreeva, Valentina, Benoît Salanave, Katia Castetbon, Valérie Deschamps, Michel Vernay, Emmanuelle Kesse-Guyot, et Serge Hercberg. 2015. « Comparison of the Sociodemographic Characteristics of the Large NutriNet-Santé E-Cohort with French Census Data: The Issue of Volunteer Bias Revisited ». *Journal of Epidemiology and Community Health*, avril. doi:10.1136/jech-2014-205263.
- Andridge, Rebecca R., et Roderick J. Little. 2009. « The Use of Sample Weights in Hot Deck Imputation ». *ResearchGate* 25 (1): 21- 36.
- Androustopoulos, Vasilis P., Antonio F. Hernandez, Jyrki Liesivuori, et Aristidis M. Tsatsakis. 2013. « A Mechanistic Overview of Health Associated Effects of Low Levels of Organochlorine and Organophosphorous Pesticides ». *Toxicology* 307 (mai): 89- 94. doi:10.1016/j.tox.2012.09.011.
- Austin, Peter C. 2011. « An Introduction to Propensity Score Methods for Reducing the Effects of Confounding in Observational Studies ». *Multivariate Behavioral Research* 46 (3): 399- 424. doi:10.1080/00273171.2011.568786.
- Baghurst, K I, P A Baghurst, et S J Record. 1992. « Public perceptions of the role of dietary and other environmental factors in cancer causation or prevention. » *Journal of Epidemiology and Community Health* 46 (2): 120- 26.
- Barański, Marcin, Dominika Średnicka-Tober, Nikolaos Volakakis, Chris Seal, Roy Sanderson, Gavin B. Stewart, Charles Benbrook, et al. 2014. « Higher Antioxidant and Lower Cadmium Concentrations and Lower Incidence of Pesticide Residues in Organically Grown Crops: A Systematic Literature Review and Meta-Analyses ». *British Journal of Nutrition*, juin, 1- 18. doi:10.1017/S0007114514001366.
- Barr, Dana Boyd, Lee-Yang Wong, Roberto Bravo, Gayanga Weerasekera, Martins Odetokun, Paula Restrepo, Do-Gyun Kim, et al. 2011. « Urinary Concentrations of Dialkylphosphate Metabolites of Organophosphorus Pesticides: National Health and Nutrition Examination Survey 1999–2004 ». *International Journal of Environmental Research and Public Health* 8 (12): 3063- 98. doi:10.3390/ijerph8083063.
- Barrett, D M, C Weakley, J V Diaz, et M Watnik. 2007. « Qualitative and Nutritional Differences in Processing Tomatoes Grown under Commercial Organic and Conventional Production Systems ». *Journal of Food Science* 72 (9): C441-451. doi:10.1111/j.1750-3841.2007.00500.x.
- Bellows, Anne C., Gabriela Alcaraz V, et William K. Hallman. 2010. « Gender and Food, a Study of Attitudes in the USA towards Organic, Local, U.S. Grown, and GM-Free Foods ». *Appetite* 55 (3): 540- 50. doi:10.1016/j.appet.2010.09.002.
- Berners-Lee, M., C. Hoolohan, H. Cammack, et C.N. Hewitt. 2012. « The Relative Greenhouse Gas Impacts of Realistic Dietary Choices ». *Energy Policy* 43 (avril): 184- 90. doi:10.1016/j.enpol.2011.12.054.
- Black, A E. 2000. « Critical evaluation of energy intake using the Goldberg cut-off for energy intake: basal metabolic rate. A practical guide to its calculation, use and limitations ». *International Journal of Obesity* 24 (9): 1119- 30. doi:10.1038/sj.ijo.0801376.
- Bradbury, K. E., A. Balkwill, E. A. Spencer, A. W. Roddam, G. K. Reeves, J. Green, T. J. Key, et al. 2014. « Organic Food Consumption and the Incidence of Cancer in a Large Prospective Study of Women in the United Kingdom ». *British Journal of Cancer* 110 (9): 2321- 26. doi:10.1038/bjc.2014.148.
- Bradman, Asa, Lesliam Quirós-Alcalá, Rosemary Castorina, Raul Aguilar Schall, Jose Camacho, Nina T. Holland, Dana B. Barr, et Brenda Eskenazi. 2015. « Effect of Organic Diet Intervention on Pesticide Exposures in Young Children Living in Low-Income Urban and Agricultural Communities ». *Environmental Health Perspectives*, avril. doi:10.1289/ehp.1408660.

- Brandt, K., C. Leifert, R. Sanderson, et C. J. Seal. 2011. « Agroecosystem Management and Nutritional Quality of Plant Foods: The Case of Organic Fruits and Vegetables ». *Critical Reviews in Plant Sciences* 30 (1- 2): 177- 97. doi:10.1080/07352689.2011.554417.
- Brantsæter, Anne Lise, Hanne Torjusen, Helle M. Meltzer, Eleni Papadopoulou, Jane A. Hoppin, Jan Alexander, Geir Lieblein, et al. 2015. « Organic Food Consumption during Pregnancy and Hypospadias and Cryptorchidism at Birth: The Norwegian Mother and Child Cohort Study (MoBa) ». *Environmental Health Perspectives*, juillet. doi:10.1289/ehp.1409518.
- Briviba, Karlis, Berenike A Stracke, Corinna E Rüfer, Bernhard Watzl, Franco P Weibel, et Achim Bub. 2007. « Effect of Consumption of Organically and Conventionally Produced Apples on Antioxidant Activity and DNA Damage in Humans ». *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55 (19): 7716- 21. doi:10.1021/jf0710534.
- Brown, Elizabeth, Sandrine Dury, et Michelle Holdsworth. 2009. « Motivations of Consumers That Use Local, Organic Fruit and Vegetable Box Schemes in Central England and Southern France ». *Appetite* 53 (2): 183- 88. doi:10.1016/j.appet.2009.06.006.
- Burlingame, B. A., & Dernini, S., (Prénom). 2012. *Sustainable diets and biodiversity. In International Scientific Symposium Biodiversity and Sustainable Diets United against Hunger (2010: Rome, Italy). FAO.*
- Burlingame, Barbara. 2012. *Sustainable Diets and Biodiversity - Directions and Solutions for Policy Research and Action Proceedings of the International Scientific Symposium Biodiversity and Sustainable Diets United Against Hunger.* Rome: FAO.
- Cade, J. E., V. J. Burley, D. L. Warm, R. L. Thompson, et B. M. Margetts. 2004. « Food-Frequency Questionnaires: A Review of Their Design, Validation and Utilisation ». *Nutrition Research Reviews* 17 (1): 5. doi:10.1079/NRR200370.
- Carbonaro, Marina, Maria Mattera, Stefano Nicoli, Paolo Bergamo, et Marsilio Cappelloni. 2002. « Modulation of Antioxidant Compounds in Organic vs Conventional Fruit (Peach, *Prunus Persica L.*, and Pear, *Pyrus Communis L.*) ». *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50 (19): 5458- 62.
- Caris-Veyrat, Catherine, Marie-Josèphe Amiot, Viviane Tyssandier, Dominique Grasselly, Michel Buret, Michel Mikolajczak, Jean-Claude Guillard, Corinne Bouteloup-Demange, et Patrick Borel. 2004. « Influence of Organic versus Conventional Agricultural Practice on the Antioxidant Microconstituent Content of Tomatoes and Derived Purees; Consequences on Antioxidant Plasma Status in Humans ». *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52 (21): 6503- 9. doi:10.1021/jf0346861.
- Carroll, R. J., D. Midthune, A. F. Subar, M. Shumakovich, L. S. Freedman, F. E. Thompson, et V. Kipnis. 2012. « Taking Advantage of the Strengths of 2 Different Dietary Assessment Instruments to Improve Intake Estimates for Nutritional Epidemiology ». *American Journal of Epidemiology* 175 (4): 340- 47. doi:10.1093/aje/kwr317.
- Castetbon, Katia, Michel Vernay, Aurélie Malon, Benoit Salanave, Valérie Deschamps, Candice Roudier, Amivi Oleko, Emmanuelle Szego, et Serge Hercberg. 2009. « Dietary Intake, Physical Activity and Nutritional Status in Adults: The French Nutrition and Health Survey (ENNS, 2006-2007) ». *The British Journal of Nutrition* 102 (5): 733- 43. doi:10.1017/S0007114509274745.
- Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière. 2014. « Rapport annuel 2013 ». http://infos.cniel.com/uploads/tx_hpointexbdd/Cniel_RA_2013_BD_01.pdf.
- Chassy, Alexander W, Linh Bui, Erica N C Renaud, Mark Van Horn, et Alyson E Mitchell. 2006. « Three-Year Comparison of the Content of Antioxidant Microconstituents and Several Quality Characteristics in Organic and Conventionally Managed Tomatoes and Bell Peppers ». *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54 (21): 8244- 52. doi:10.1021/jf060950p.

- Chauliac, Michel, Landy Razanamahefa, Catherine Choma, Jocelyne Boudot, et Didier Houssin. 2009. « [National health and nutrition program: challenges of a global action plan] ». *La Revue Du Praticien* 59 (1): 10- 12.
- Chhabra, Ria, Santharam Kolli, et Johannes H Bauer. 2013. « Organically Grown Food Provides Health Benefits to *Drosophila Melanogaster* ». *PloS One* 8 (1): e52988. doi:10.1371/journal.pone.0052988.
- Christensen, Jeppe Schultz, Camilla Asklund, Niels E. Skakkebak, Niels Jørgensen, Helle Raun Andersen, Troels Munch Jørgensen, Lars Henning Olsen, et al. 2013. « Association between Organic Dietary Choice during Pregnancy and Hypospadias in Offspring: A Study of Mothers of 306 Boys Operated on for Hypospadias ». *The Journal of Urology* 189 (3): 1077- 82. doi:10.1016/j.juro.2012.09.116.
- Collectif INSERM. 2013. « Pesticides : Effets sur la santé, une expertise collective de l'Inserm ». *Salle de presse | Inserm*. juin 13. <http://presse.inserm.fr/pesticides-effets-sur-la-sante-une-expertise-collective-de-linserm/8463/>.
- Conseil National de l'Alimentation. 2015. « Le bio en France : situation actuelle et perspectives de développement. » Avis n°74.
- Cordain, Loren, S. Boyd Eaton, Anthony Sebastian, Neil Mann, Staffan Lindeberg, Bruce A. Watkins, James H. O'Keefe, et Janette Brand-Miller. 2005. « Origins and Evolution of the Western Diet: Health Implications for the 21st Century ». *The American Journal of Clinical Nutrition* 81 (2): 341- 54.
- Cordts, Anette, Friederike Wittig, Birgit Schulze, Marianne Eisinger-Watzl, Thorsten Heuer, Achim Spiller, et Ingrid Hoffmann. 2013. « A Typology comparing male organic Consumers and non-organic Consumers: Nutrition, Health and Buying Behaviors." ERNAHRUNGS UMSCHAU 60.3: 36-42. »
- Costa, Sandrine, Lydia Zepeda, et Lucie Sirieix. 2014. « Exploring the Social Value of Organic Food: A Qualitative Study in France: Exploring the Social Value of Organic Food ». *International Journal of Consumer Studies* 38 (3): 228- 37. doi:10.1111/ijcs.12100.
- Craig, Cora L., Alison L. Marshall, Michael Sjostrom, Adrian E. Bauman, Michael L. Booth, Barbara E. Ainsworth, Michael Pratt, et al. 2003. « International Physical Activity Questionnaire: 12-Country Reliability and Validity ». *Medicine & Science in Sports & Exercise* 35 (8): 1381- 95. doi:10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB.
- CREDOC. 2016. « Les Français toujours très attachés à la qualité ». Consulté le octobre 5. <http://www.credoc.fr/pdf/4p/283.pdf>.
- Crinnion, Walter J. 2010. « Organic Foods Contain Higher Levels of Certain Nutrients, Lower Levels of Pesticides, and May Provide Health Benefits for the Consumer ». *Alternative Medicine Review: A Journal of Clinical Therapeutic* 15 (1): 4- 12.
- Curl, Cynthia L., Shirley A. A. Beresford, Richard A. Fenske, Annette L. Fitzpatrick, Chensheng Lu, Jennifer A. Nettleton, et Joel D. Kaufman. 2015. « Estimating Pesticide Exposure from Dietary Intake and Organic Food Choices: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA) ». *Environmental Health Perspectives*, février. doi:10.1289/ehp.1408197.
- Curl, Cynthia L., Shirley A. A. Beresford, Anjum Hajat, Joel D. Kaufman, Kari Moore, Jennifer A. Nettleton, et Ana V. Diez-Roux. 2013. « Associations of Organic Produce Consumption with Socioeconomic Status and the Local Food Environment: Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA) ». *PLOS ONE* 8 (7): e69778. doi:10.1371/journal.pone.0069778.
- Curl, Cynthia L., Richard A. Fenske, et Kai Elgethun. 2002. « Organophosphorus Pesticide Exposure of Urban and Suburban Preschool Children with Organic and Conventional Diets ». *Environmental Health Perspectives* 111 (3): 377- 82. doi:10.1289/ehp.5754.

- Dangour, A. D., S. K. Dodhia, A. Hayter, E. Allen, K. Lock, et R. Uauy. 2009. « Nutritional quality of organic foods: a systematic review ». *American Journal of Clinical Nutrition* 90 (3): 680- 85. doi:10.3945/ajcn.2009.28041.
- Davies, Anne, Albert J. Titterington, et Clive Cochrane. 1995. « Who Buys Organic Food?: A Profile of the Purchasers of Organic Food in Northern Ireland ». *British Food Journal* 97 (10): 17- 23. doi:10.1108/00070709510104303.
- De Lorenzo, A., A. Noce, M. Bigioni, V. Calabrese, D. G. Della Rocca, N. Di Daniele, C. Tozzo, et Laura Di Renzo. 2010. « The Effects of Italian Mediterranean Organic Diet (IMOD) on Health Status ». *Current Pharmaceutical Design* 16 (7): 814- 24.
- de Magistris, Tiziana, et Azucena Gracia. 2008. « The Decision to Buy Organic Food Products in Southern Italy ». *British Food Journal* 110 (9): 929- 47. doi:10.1108/00070700810900620.
- De Schutter, Olivier. 2010. « Report Submitted by the Special Rapporteur on the Right to Food ». United Nations.
- Dernini, Sandro, et Elliot M. Berry. 2015. « Mediterranean diet: From a healthy diet to a sustainable dietary pattern ». *Frontiers in nutrition* 2. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4518218/>.
- Dettmann, Rachael L., et Carolyn Dimitri. 2009. « Who's Buying Organic Vegetables? Demographic Characteristics of U.S. Consumers ». *Journal of Food Products Marketing* 16 (1): 79- 91. doi:10.1080/10454440903415709.
- Dickes, P., J. Tournois, A. Flieller, et J. L. Kop. 1994. « Psychométrie, Paris: PUF ».
- Dickson-Spillmann, Maria, Michael Siegrist, et Carmen Keller. 2011. « Attitudes toward Chemicals Are Associated with Preference for Natural Food ». *Food Quality and Preference* 22 (1): 149- 56. doi:10.1016/j.foodqual.2010.09.001.
- Dirinck, Eveline, Alin C. Dirtu, Tinne Geens, Adrian Covaci, Luc Van Gaal, et Philippe G. Jorens. 2015. « Urinary Phthalate Metabolites Are Associated with Insulin Resistance in Obese Subjects ». *Environmental Research* 137 (février): 419- 23. doi:10.1016/j.envres.2015.01.010.
- Dirinck, Eveline, Alin C. Dirtu, Malarvannan Govindan, Adrian Covaci, Luc F. Van Gaal, et Philippe G. Jorens. 2014. « Exposure to Persistent Organic Pollutants: Relationship With Abnormal Glucose Metabolism and Visceral Adiposity ». *Diabetes Care* 37 (7): 1951- 58. doi:10.2337/dc13-2329.
- Dirinck, Eveline, Philippe G. Jorens, Adrian Covaci, Tinne Geens, Laurence Roosens, Hugo Neels, Ilse Mertens, et Luc Van Gaal. 2010. « Obesity and Persistent Organic Pollutants: Possible Obesogenic Effect of Organochlorine Pesticides and Polychlorinated Biphenyls ». *Obesity* 19 (4): 709- 14. doi:10.1038/oby.2010.133.
- Eertmans, Audrey, An Victoir, Greet Vansant, et Omer Van den Bergh. 2005. « Food-Related Personality Traits, Food Choice Motives and Food Intake: Mediator and Moderator Relationships ». *Food Quality and Preference* 16 (8): 714- 26. doi:10.1016/j.foodqual.2005.04.007.
- Eisinger-Watzl, Marianne, Friederike Wittig, Thorsten Heuer, et Ingrid Hoffmann. 2015. « Customers Purchasing Organic Food - Do They Live Healthier? Results of the German National Nutrition Survey II ». *European Journal of Nutrition & Food Safety* 5 (1): 59- 71. doi:10.9734/EJNFS/2015/12734.
- Escalon, Hélène, Claire Bossard, François Beck, et Roselyne Bachelot-Narquin. 2009. « Baromètre santé nutrition 2008 ». *INPES, Saint-Denis*. <http://inpes.santepubliquefrance.fr/Barometres/barometre-sante-nutrition-2008/pdf/consommations-et-habitudes.pdf>.
- Estaquio, Carla, Emmanuelle Kesse-Guyot, Valerie Deschamps, Sandrine Bertrais, Luc Dauchet, Pilar Galan, Serge Herberg, et Katia Castetbon. 2009. « Adherence to the French Programme National Nutrition Santé Guideline Score Is Associated with Better Nutrient Intake and

- Nutritional Status ». *Journal of the American Dietetic Association* 109 (6): 1031- 41. doi:10.1016/j.jada.2009.03.012.
- Etude Nutrinet-Santé. 2013. « Etude Nutrinet-Santé. Table de composition des aliments de l'étude Nutrinet-Santé (Nutrinet-Santé Study Food Composition Database). Paris: Economica. »
- European Food Safety Authority. 2015. « The 2013 European Union Report on Pesticide Residues in Food: The 2013 European Union Report on Pesticide Residues ». *EFSA Journal* 13 (3): 4038. doi:10.2903/j.efsa.2015.4038.
- Fagerstedt, Sara, Helena Marell Hesla, Emelie Ekhager, Helen Rosenlund, Axel Mie, Lina Benson, Annika Scheynius, et Johan Alm. 2016. « Anthroposophic Lifestyle Is Associated with a Lower Incidence of Food Allergen Sensitization in Early Childhood ». *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 137 (4): 1253- 1256.e3. doi:10.1016/j.jaci.2015.11.009.
- Falissard, Bruno. 2008. *Mesurer la subjectivité en santé: perspective méthodologique et statistique*. Elsevier Masson.
- FAO. 2016. « Organic Agriculture: La consommation de produits biologiques accroît-elle le risque de contamination biologique? » Consulté le août 21. <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq4/fr/>.
- FAO Statistical Database. 2015. <http://faostat3.fao.org/home/E>.
- Fischer, C. G., et T. Garnett. 2016. « Plates, pyramids, planet: Developments in national healthy and sustainable dietary guidelines: a state of play assessment ». *Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations and The Food Climate Research Network at The University of Oxford*.
- FNAB. 2016. « Histoire de l'agriculture biologique et création de la FNAB ». Consulté le août 8. <http://www.fnab.org/index.php/un-reseau-des-valeurs-des-hommes/historique/2-lhistoire-de-lagriculture-biologique-a-travers-quelques-ouvrages->.
- Foster, Carolyn, et Susanne Padel. 2005. « Exploring the Gap between Attitudes and Behaviour: Understanding Why Consumers Buy or Do Not Buy Organic Food ». <http://cadair.aber.ac.uk/dspace/handle/2160/2985>.
- Fraeman, K. H. 2010. « An introduction to implementing propensity score matching with SAS® ». In *Applications Development Presentation (AD05) at the Northeast SAS Users Group 2010 Conference*.
- Francis, Joe D., et Lawrence M. Busch. 1975. « What We Now Know About “i Don't Knows” ». *Public Opinion Quarterly* 39 (2). <https://scholars.opb.msu.edu/en/publications/what-we-now-know-about-i-dont-knows-3>.
- Garnett, Tara. 2013. « Food sustainability: problems, perspectives and solutions ». *Proceedings of the Nutrition Society* 72 (1): 29–39. doi:10.1017/S0029665112002947.
- Garnett, Tara, Sophie Mathewson, Philip Angelides, et Fiona Borthwick. 2015. « Policies and actions to shift eating patterns: What works? » *Foresight* 15: 518–522.
- Gibson, Rosalind S. 2005. *Principles of Nutritional Assessment*. Oxford University Press.
- Goetzke, Beate, Sina Nitzko, et Achim Spiller. 2014. « Consumption of Organic and Functional Food. A Matter of Well-Being and Health? » *Appetite* 77 (juin): 94- 103. doi:10.1016/j.appet.2014.02.012.
- Goldberg, G. R., A. E. Black, S. A. Jebb, T. J. Cole, P. R. Murgatroyd, W. A. Coward, et A. M. Prentice. 1991. « Critical Evaluation of Energy Intake Data Using Fundamental Principles of Energy Physiology: 1. Derivation of Cut-off Limits to Identify under-Recording ». *European Journal of Clinical Nutrition* 45 (12): 569- 81.
- Govindasamy, Ramu, et John Italia. 1999. « Predicting willingness to pay a premium for organically grown fresh produce ». *ResearchGate* 30 (2).

https://www.researchgate.net/publication/23943610_Predicting_willingness_to_pay_a_premium_for_organically_grown_fresh_produce.

- Grinder-Pedersen, Lisbeth, Salka E Rasmussen, Susanne Bügel, Lars V Jørgensen, Lars O Dragsted, Vagn Gundersen, et Brittmarie Sandström. 2003. « Effect of Diets Based on Foods from Conventional versus Organic Production on Intake and Excretion of Flavonoids and Markers of Antioxidative Defense in Humans ». *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51 (19): 5671- 76. doi:10.1021/jf030217n.
- Grunert, K. G. 2005. « Food Quality and Safety: Consumer Perception and Demand ». *European Review of Agricultural Economics* 32 (3): 369- 91. doi:10.1093/eurrag/jbi011.
- Hamzaoui-Essoussi, Leila, Lucie Sirieix, et Mehdi Zahaf. 2013. « Trust Orientations in the Organic Food Distribution Channels: A Comparative Study of the Canadian and French Markets ». *Journal of Retailing and Consumer Services* 20 (3): 292- 301. doi:10.1016/j.jretconser.2013.02.002.
- Hassan, D, S Monier-Dilhan, V Nichele, et M. Simioni. 2009. « Organic Food Consumption Patterns in France. *Journal of Agricultural & Food Industrial Organization*, 7, 1-23. »
- Hawkes et al. 2009. *Globalization and Health*. https://books.google.fr/books/about/Globalization_and_Health.html?hl=fr&id=eQ2RAgAAQBAJ.
- Hebert, James R., L. Clemow, L. Pbert, I. S. Ockene, et J. K. Ockene. 1995. « Social Desirability Bias in Dietary Self-Report May Compromise the Validity of Dietary Intake Measures ». *International Journal of Epidemiology* 24 (2): 389- 98.
- Hebert, James R., Thomas G. Hurley, Karen E. Peterson, Ken Resnicow, Frances E. Thompson, Amy L. Yaroch, Margaret Ehlers, et al. 2008. « Social Desirability Trait Influences on Self-Reported Dietary Measures among Diverse Participants in a Multicenter Multiple Risk Factor Trial ». *The Journal of Nutrition* 138 (1): 226S- 234S.
- Hercberg, S., P. Galan, P. Preziosi, A. M. Roussel, J. Arnaud, M. J. Richard, D. Malvy, A. Paul-Dauphin, S. Briançon, et A. Favier. 1998. « Background and Rationale behind the SU.VI.MAX Study, a Prevention Trial Using Nutritional Doses of a Combination of Antioxidant Vitamins and Minerals to Reduce Cardiovascular Diseases and Cancers. SUPPLEMENTATION EN VITAMINES ET MINÉRAUX ANTIOXYDANTS STUDY ». *International Journal for Vitamin and Nutrition Research. Internationale Zeitschrift Für Vitamin- Und Ernährungsforschung. Journal International De Vitaminologie Et De Nutrition* 68 (1): 3- 20.
- Hercberg, Serge, Katia Castetbon, Sébastien Czernichow, Aurélie Malon, Caroline Mejean, Emmanuelle Kesse, Mathilde Touvier, et Pilar Galan. 2010. « The Nutrinet-Santé Study: A Web-Based Prospective Study on the Relationship between Nutrition and Health and Determinants of Dietary Patterns and Nutritional Status ». *BMC Public Health* 10: 242. doi:10.1186/1471-2458-10-242.
- Hercberg, Serge, Stacie Chat-Yung, et Michel Chaulia. 2008. « The French National Nutrition and Health Program: 2001-2006-2010 ». *International Journal of Public Health* 53 (2): 68- 77.
- Hesla, Helena M., Fredrik Stenius, Lotta Jäderlund, Ronald Nelson, Lars Engstrand, Johan Alm, et Johan Dickved. 2014. « Impact of Lifestyle on the Gut Microbiota of Healthy Infants and Their Mothers - the ALADDIN Birth Cohort ». *FEMS Microbiology Ecology* 90 (3): 791- 801. doi:10.1111/1574-6941.12434.
- Hoefkens, Christine, Isabelle Sioen, Katleen Baert, Bruno De Meulenaer, Stefaan De Henauw, Isabelle Vandekinderen, Frank Devlieghere, Anne Opsomer, Wim Verbeke, et John Van Camp. 2010. « Consuming organic versus conventional vegetables: The effect on nutrient and contaminant intakes ». *Food and Chemical Toxicology* 48 (11): 3058- 66. doi:10.1016/j.fct.2010.07.044.

- Hoffmann, Ruben, et Maria Wivstad. 2015. « Why do (don't) we buy organic food and do we get what we bargain for? » EPOK – Centre for Organic Food & Farming.
- Honkanen, Pirjo, et Bas Verplanken. 2006. « Ethical Values and Motives Driving Organic Food Choice ». *Journal of Consumer Behaviour* 5 (5): 420- 30. doi:10.1002/cb.190.
- Hoogenboom, L A P, J G Bokhorst, M D Northolt, L P L van de Vijver, N J G Broex, D J Mevius, J A C Meijs, et J Van der Roest. 2008. « Contaminants and Microorganisms in Dutch Organic Food Products: A Comparison with Conventional Products ». *Food Additives & Contaminants. Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment* 25 (10): 1195- 1207. doi:10.1080/02652030802014930.
- Huang, Tao, Bin Yang, Jusheng Zheng, Guipu Li, Mark L. Wahlqvist, et Duo Li. 2012. « Cardiovascular Disease Mortality and Cancer Incidence in Vegetarians: A Meta-Analysis and Systematic Review ». *Annals of Nutrition and Metabolism* 60 (4): 233- 40. doi:10.1159/000337301.
- Huber, Machteld, Ewa Rembiałkowska, Dominika Średnicka, Susanne Bügel, et Lucy P L van de Vijver. 2011. « Organic food and impact on human health: Assessing the status quo and prospects of research ». *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 58 (3- 4): 103- 9. doi:10.1016/j.njas.2011.01.004.
- Huber, Machteld, Lucy P L van de Vijver, Henk Parmentier, Huub Savelkoul, Leon Coulier, Suzan Wopereis, Elwin Verheij, Jan van der Greef, Dré Nierop, et Ron A P Hoogenboom. 2010. « Effects of Organically and Conventionally Produced Feed on Biomarkers of Health in a Chicken Model ». *The British Journal of Nutrition* 103 (5): 663- 76. doi:10.1017/S0007114509992236.
- Hughner, Renée Shaw, Pierre McDonagh, Andrea Prothero, Clifford J. Shultz, et Julie Stanton. 2007. « Who Are Organic Food Consumers? A Compilation and Review of Why People Purchase Organic Food ». *Journal of Consumer Behaviour* 6 (2- 3): 94- 110. doi:10.1002/cb.210.
- Hulbert, Erin, et Lee Brekke. 2014. « A SAS® Macro to Evaluate Balance after Propensity Score Matching ».
- Idda, Lorenzo, Fabio A. Madau, et Pietro Pulina. 2008. « The motivational profile of organic food consumers: a survey of specialized stores customers in Italy ». In *Conference Proceedings (CD-ROM)*. <http://orgprints.org/id/eprint/14143>.
- IFAD/UNEP. 2013. « Smallholders, food security, and the environment | FAO ». <http://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/285693/>.
- Insch, Andrea, et Erin Jackson. 2013. « Consumer Understanding and Use of Country-of-Origin in Food Choice ». *British Food Journal* 116 (1): 62- 79. doi:10.1108/BFJ-10-2011-0275.
- INSEE. 2009a. « Definitions and methods ». <http://www.insee.fr/en/methodes/>.
- INSEE. 2009b. « French national census data. » <http://www.insee.fr/fr/ppp/bases-de-donnees/recensement/populations-legales/default.asp?annee=2009>.
- Isenhour, Cynthia, et Matilda Ardenfors. 2009. « Gender and sustainable consumption: policy implications ». *International Journal of Innovation and Sustainable Development* 4 (2): 135- 49. doi:10.1504/IJISD.2009.028068.
- Jensen, Maja Melballe, Ulrich Halekoh, Christopher R. Stokes, et Charlotte Lauridsen. 2013. « Effect of Maternal Intake of Organically or Conventionally Produced Feed on Oral Tolerance Development in Offspring Rats ». *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61 (20): 4831- 38. doi:10.1021/jf305454c.
- Jerschow, Elina, Aileen P. McGinn, Gabriele de Vos, Natalia Vernon, Sunit Jariwala, Golda Hudes, et David Rosenstreich. 2012. « Dichlorophenol-Containing Pesticides and Allergies: Results from the US National Health and Nutrition Examination Survey 2005-2006 ». *Annals of Allergy*,

- Asthma & Immunology: Official Publication of the American College of Allergy, Asthma, & Immunology* 109 (6): 420- 25. doi:10.1016/j.anai.2012.09.005.
- Joinson, Adam. 1999. « Social Desirability, Anonymity, and Internet-Based Questionnaires ». *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers* 31 (3): 433- 38. doi:10.3758/BF03200723.
- Joint WHO-FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition, and the Prevention of Chronic Diseases. 2003. *Diet, Nutrition, and the Prevention of Chronic Diseases: Report of a WHO-FAO Expert Consultation ; [Joint WHO-FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition, and the Prevention of Chronic Diseases, 2002, Geneva, Switzerland]*. Geneva: World Health Organization.
- Jones, A. D., L. Hoey, J. Blesh, L. Miller, A. Green, et L. F. Shapiro. 2016. « A Systematic Review of the Measurement of Sustainable Diets ». *Advances in Nutrition: An International Review Journal* 7 (4): 641- 64. doi:10.3945/an.115.011015.
- Kazimierczak, Renata, Ewelina Hallmann, Janusz Lipowski, Nadzieja Drela, Anna Kowalik, Tõnu Püssa, Darja Matt, Anne Luik, Dariusz Gozdowski, et Ewa Rembiańska. 2014. « Beetroot (*Beta Vulgaris* L.) and Naturally Fermented Beetroot Juices from Organic and Conventional Production: Metabolomics, Antioxidant Levels and Anti-Cancer Activity ». *Journal of the Science of Food and Agriculture*, mai, n/a-n/a. doi:10.1002/jsfa.6722.
- Kesse, Emmanuelle, Marie-Christine Boutron-Ruault, Teresa Norat, Elio Riboli, Françoise Clavel-Chapelon, et E3N Group. 2005. « Dietary Calcium, Phosphorus, Vitamin D, Dairy Products and the Risk of Colorectal Adenoma and Cancer among French Women of the E3N-EPIC Prospective Study ». *International Journal of Cancer* 117 (1): 137- 44. doi:10.1002/ijc.21148.
- Kesse-Guyot, Emmanuelle, Valentina Andreeva, Katia Castetbon, Michel Vernay, Mathilde Touvier, Caroline Méjean, Chantal Julia, Pilar Galan, et Serge Hercberg. 2013. « Participant Profiles According to Recruitment Source in a Large Web-Based Prospective Study: Experience From the Nutrinet-Santé Study ». *Journal of Medical Internet Research* 15 (9): e205. doi:10.2196/jmir.2488.
- Kesse-Guyot, Emmanuelle, Katia Castetbon, Mathilde Touvier, Serge Hercberg, et Pilar Galan. 2010. « Relative Validity and Reproducibility of a Food Frequency Questionnaire Designed for French Adults ». *Annals of Nutrition & Metabolism* 57 (3- 4): 153- 62. doi:10.1159/000321680.
- Kesse-Guyot, Emmanuelle, Sandrine Péneau, Caroline Méjean, Fabien Szabo de Edelenyi, Pilar Galan, Serge Hercberg, et Denis Lairon. 2013. « Profiles of Organic Food Consumers in a Large Sample of French Adults: Results from the Nutrinet-Santé Cohort Study ». *PLoS ONE* 8 (10): e76998. doi:10.1371/journal.pone.0076998.
- Kleanthi, Gourounti, Lykeridou Katerina, Protopapa Evaggelia, et Lazaris Andreas. 2008. « MECHANISMS OF ACTIONS AND HEALTH EFFECTS OF ORGANOCHLORINE SUBSTANCES: A REVIEW. » *Health Science Journal* 2 (2). <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=11087366&AN=32732476&h=hd034s4v9%2BjUInumM747vbox4QIyLIYtKIHWHLKaT7FspLck%2BZREulU%2BregimCXXvtPFgClyazpz0ZxhlN3mBg%3D%3D&crl=c>.
- Kummeling, Ischa, Carel Thijs, Machteld Huber, Lucy P L van de Vijver, Bianca E P Snijders, John Penders, Foekje Stelma, Ronald van Ree, Piet A van den Brandt, et Pieter C Dagnelie. 2008. « Consumption of Organic Foods and Risk of Atopic Disease during the First 2 Years of Life in the Netherlands ». *The British Journal of Nutrition* 99 (3): 598- 605. doi:10.1017/S0007114507815844.
- Labrinea, Eleni P., Pantelis I. Natskoulis, Apostolos E. Spiropoulos, Naresh Magan, et Chrysoula C. Tassou. 2011. « A Survey of Ochratoxin A Occurrence in Greek Wines ». *Food Additives & Contaminants. Part B, Surveillance* 4 (1): 61- 66. doi:10.1080/19393210.2010.539707.
- Lairon, Denis, et Machteld Huber. 2014. « Food Quality and Possible Positive Health Effects of Organic Products ». In *Organic Farming, Prototype for Sustainable Agricultures*, édité par Stéphane

- Bellon et Servane Penvern, 295- 312. Springer Netherlands. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-7927-3_16.
- Lang, Tim. 2014. « Sustainable Diets: Hairshirts or a Better Food Future? » *Development* 57 (2): 240- 56. doi:10.1057/dev.2014.73.
- Lassale, Camille, Katia Castetbon, François Laporte, Géraldine M. Camilleri, Valérie Deschamps, Michel Vernay, Patrice Faure, Serge Hercberg, Pilar Galan, et Emmanuelle Kesse-Guyot. 2015. « Validation of a Web-Based, Self-Administered, Non-Consecutive-Day Dietary Record Tool against Urinary Biomarkers ». *The British Journal of Nutrition* 113 (6): 953- 62. doi:10.1017/S0007114515000057.
- Lassale, Camille, Katia Castetbon, François Laporte, Valérie Deschamps, Michel Vernay, Géraldine M. Camilleri, Patrice Faure, Serge Hercberg, Pilar Galan, et Emmanuelle Kesse-Guyot. 2016. « Correlations between Fruit, Vegetables, Fish, Vitamins, and Fatty Acids Estimated by Web-Based Nonconsecutive Dietary Records and Respective Biomarkers of Nutritional Status ». *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* 116 (3): 427- 438.e5. doi:10.1016/j.jand.2015.09.017.
- Lassale, Camille, Pilar Galan, Chantal Julia, Leopold Fezeu, Serge Hercberg, et Emmanuelle Kesse-Guyot. 2013. « Association between Adherence to Nutritional Guidelines, the Metabolic Syndrome and Adiposity Markers in a French Adult General Population ». Édité par Reury F.P Bacurau. *PLoS ONE* 8 (10): e76349. doi:10.1371/journal.pone.0076349.
- Lassale, Camille, Sandrine Péneau, Mathilde Touvier, Chantal Julia, Pilar Galan, Serge Hercberg, et Emmanuelle Kesse-Guyot. 2013. « Validity of Web-Based Self-Reported Weight and Height: Results of the Nutrinet-Santé Study ». *Journal of Medical Internet Research* 15 (8): e152. doi:10.2196/jmir.2575.
- Le Moullec, N., M. Deheeger, P. Preziosi, P. Monteiro, P. Valeix, M.-F. Rolland-Cachera, G. Potier De Courcy, et al. 1996. « Validation du manuel-photos utilisé pour l'enquête alimentaire de l'étude SU.VI.MAX ». *Cahiers de nutrition et de diététique* 31 (3): 158- 64.
- Lea, Emma, et Tony Worsley. 2005. « Australians' Organic Food Beliefs, Demographics and Values ». *British Food Journal* 107 (11): 855- 69. doi:10.1108/00070700510629797.
- Lee, Duk-Hee, I.-K. Lee, M. Porta, M. Steffes, et D. R. Jacobs. 2007. « Relationship between Serum Concentrations of Persistent Organic Pollutants and the Prevalence of Metabolic Syndrome among Non-Diabetic Adults: Results from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999–2002 ». *Diabetologia* 50 (9): 1841- 51. doi:10.1007/s00125-007-0755-4.
- Lee, Duk-Hee, P Monica Lind, David R Jacobs Jr, Samira Salihovic, Bert van Bavel, et Lars Lind. 2011. « Polychlorinated Biphenyls and Organochlorine Pesticides in Plasma Predict Development of Type 2 Diabetes in the Elderly: The Prospective Investigation of the Vasculature in Uppsala Seniors (PIVUS) Study ». *Diabetes Care* 34 (8): 1778- 84. doi:10.2337/dc10-2116.
- Lee, Duk-Hee, P. Monica Lind, David R. Jacobs, Samira Salihovic, Bert van Bavel, et Lars Lind. 2012. « Background Exposure to Persistent Organic Pollutants Predicts Stroke in the Elderly ». *Environment International* 47 (octobre): 115- 20. doi:10.1016/j.envint.2012.06.009.
- Lee, Duk-Hee, Miquel Porta, David R. Jacobs, et Laura N. Vandenberg. 2014. « Chlorinated Persistent Organic Pollutants, Obesity, and Type 2 Diabetes ». *Endocrine Reviews* 35 (4): 557- 601. doi:10.1210/er.2013-1084.
- Lee, Duk-Hee, Michael W. Steffes, Andreas Sjödin, Richard S. Jones, Larry L. Needham, et David R. Jacobs. 2011. « Low Dose Organochlorine Pesticides and Polychlorinated Biphenyls Predict Obesity, Dyslipidemia, and Insulin Resistance among People Free of Diabetes ». Édité par Xiaoping Pan. *PLoS ONE* 6 (1): e15977. doi:10.1371/journal.pone.0015977.
- Lee, Hae-Sook, Je-Chul Lee, In-Kyu Lee, Hyo-Bang Moon, Yoon-Seok Chang, David R. Jacobs, et Duk-Hee Lee. 2011. « Associations among Organochlorine Pesticides, Methanobacteriales, and

- Obesity in Korean Women ». Édité par Raul M. Luque. *PLoS ONE* 6 (11): e27773. doi:10.1371/journal.pone.0027773.
- Li, Chou, Amir Ghiasi, Xiaopeng Li, et Guangqing Chi. 2016. « Socio-demographic Characteristics Associated with Access to Organic and Local Food ». In *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/301202216_Socio-demographic_Characteristics_Associated_with_Access_to_Organic_and_Local_Food.
- Lim, Stephen S, Theo Vos, Abraham D Flaxman, Goodarz Danaei, Kenji Shibuya, Heather Adair-Rohani, Mohammad A AlMazroa, et al. 2012. « A Comparative Risk Assessment of Burden of Disease and Injury Attributable to 67 Risk Factors and Risk Factor Clusters in 21 Regions, 1990–2010: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2010 ». *The Lancet* 380 (9859): 2224- 60. doi:10.1016/S0140-6736(12)61766-8.
- Lockie, Stewart, Kristen Lyons, Geoffrey Lawrence, et Kerry Mummary. 2002. « Eating “Green”: Motivations behind Organic Food Consumption in Australia ». *Sociologia Ruralis* 42 (1): 23- 40. doi:10.1111/1467-9523.00200.
- Lombardi-Boccia, Ginevra, Massimo Lucarini, Sabina Lanzi, Altero Aguzzi, et Marsilio Cappelloni. 2004. « Nutrients and Antioxidant Molecules in Yellow Plums (*Prunus Domestica* L.) from Conventional and Organic Productions: A Comparative Study ». *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52 (1): 90- 94. doi:10.1021/jf0344690.
- Lu, Chensheng, Dana B Barr, Melanie A Pearson, Lance A Walker, et Roberto Bravo. 2009. « The attribution of urban and suburban children’s exposure to synthetic pyrethroid insecticides: a longitudinal assessment ». *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 19 (1): 69- 78. doi:10.1038/jes.2008.49.
- Lu, Chensheng, Dana B. Barr, Melanie A. Pearson, et Lance A. Waller. 2008. « Dietary Intake and Its Contribution to Longitudinal Organophosphorus Pesticide Exposure in Urban/Suburban Children ». *Environmental Health Perspectives* 116 (4): 537- 42. doi:10.1289/ehp.10912.
- Lu, Chensheng, Kathryn Toepel, Rene Irish, Richard A. Fenske, Dana B. Barr, et Roberto Bravo. 2006. « Organic Diets Significantly Lower Children’s Dietary Exposure to Organophosphorus Pesticides ». *Environmental Health Perspectives* 114 (2): 260- 63. doi:10.1289/ehp.8418.
- Mäder, Paul, Diana Hahn, David Dubois, Lucie Gunst, Thomas Alföldi, Hans Bergmann, Michael Oehme, et al. 2007. « Wheat Quality in Organic and Conventional Farming: Results of a 21 Year Field Experiment ». *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87 (10): 1826–1835. doi:10.1002/jsfa.2866.
- Magnusson, Maria K, Anne Arvola, Ulla-Kaisa Koivisto Hursti, Lars Åberg, et Per-Olow Sjöden. 2003. « Choice of organic foods is related to perceived consequences for human health and to environmentally friendly behaviour ». *Appetite* 40 (2): 109- 17. doi:10.1016/S0195-6663(03)00002-3.
- Martin, Ambroise. 2001. « The “apports nutritionnels conseillés (ANC)” for the French population ». *Reproduction Nutrition Development* 41 (2): 119–128.
- Masset, Gabriel, Louis-Georges Soler, Florent Vieux, et Nicole Darmon. 2014. « Identifying Sustainable Foods: The Relationship between Environmental Impact, Nutritional Quality, and Prices of Foods Representative of the French Diet ». *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, avril. doi:10.1016/j.jand.2014.02.002.
- McKelvie, Stuart J. 1978. « Graphic Rating Scales — How Many Categories? » *British Journal of Psychology* 69 (2): 185–202. doi:10.1111/j.2044-8295.1978.tb01647.x.
- McNamee, R. 2003. « Confounding and confounders ». *Occupational and Environmental Medicine* 60 (3): 227- 34. doi:10.1136/oem.60.3.227.
- Méjean, Caroline, Fabien Szabo de Edelenyi, Mathilde Touvier, Emmanuelle Kesse-Guyot, Chantal Julia, Valentina A Andreeva, et Serge Hercberg. 2014. « Motives for Participating in a Web-

- Based Nutrition Cohort According to Sociodemographic, Lifestyle, and Health Characteristics: The NutriNet-Santé Cohort Study ». *Journal of Medical Internet Research* 16 (8). doi:10.2196/jmir.3161.
- Michaelidou, Nina, et Louise M. Hassan. 2008. « The Role of Health Consciousness, Food Safety Concern and Ethical Identity on Attitudes and Intentions towards Organic Food ». *International Journal of Consumer Studies* 32 (2): 163- 70. doi:10.1111/j.1470-6431.2007.00619.x.
- Mnif, Wissem, Aziza Ibn Hadj Hassine, Aicha Bouaziz, Aghleb Bartegi, Olivier Thomas, et Benoit Roig. 2011. « Effect of Endocrine Disruptor Pesticides: A Review ». *International Journal of Environmental Research and Public Health* 8 (12): 2265- 2303. doi:10.3390/ijerph8062265.
- Mostafalou, Sara, et Mohammad Abdollahi. 2013. « Pesticides and Human Chronic Diseases: Evidences, Mechanisms, and Perspectives ». *Toxicology and Applied Pharmacology* 268 (2): 157- 77. doi:10.1016/j.taap.2013.01.025.
- Nohr, Ellen Aagaard, Morten Frydenberg, Tine Brink Henriksen, et Jorn Olsen. 2006. « Does Low Participation in Cohort Studies Induce Bias? ». *Epidemiology* 17 (4): 413- 18. doi:10.1097/01.ede.0000220549.14177.60.
- Nougadère, Alexandre, Véronique Sirot, Ali Kadar, Antony Fastier, Eric Truchot, Claude Vergnet, Frédéric Hommet, Joëlle Baylé, Philippe Gros, et Jean-Charles Leblanc. 2012. « Total Diet Study on Pesticide Residues in France: Levels in Food as Consumed and Chronic Dietary Risk to Consumers ». *Environment International* 45 (septembre): 135- 50. doi:10.1016/j.envint.2012.02.001.
- Oates, Liza, Marc Cohen, et Lesley Braun. 2012. « Characteristics and Consumption Patterns of Australian Organic Consumers ». *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92 (14): 2782- 87. doi:10.1002/jsfa.5664.
- Oates, Liza, Marc Cohen, Lesley Braun, Adrian Schembri, et Rilka Taskova. 2014. « Reduction in urinary organophosphate pesticide metabolites in adults after a week-long organic diet ». *Environmental Research* 132 (juillet): 105- 11. doi:10.1016/j.envres.2014.03.021.
- Oliboni, Livia S., Caroline Dani, Cláudia Funchal, João A. Henriques, et Mirian Salvador. 2011. « Hepatoprotective, Cardioprotective, and Renal-Protective Effects of Organic and Conventional Grapevine Leaf Extracts (Vitis Labrusca Var. Bordo) on Wistar Rat Tissues ». *Anais Da Academia Brasileira de Ciências* 83 (4): 1403- 11. doi:10.1590/S0001-37652011000400027.
- Olsson, Marie E., C. Staffan Andersson, Stina Oredsson, Rakel H. Berglund, et Karl-Erik Gustavsson. 2006. « Antioxidant Levels and Inhibition of Cancer Cell Proliferation in Vitro by Extracts from Organically and Conventionally Cultivated Strawberries ». *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54 (4): 1248- 55. doi:10.1021/jf0524776.
- Österberg, Julia, Anne Wingstrand, Annette Nygaard Jensen, Annaelle Kerouanton, Veronica Cibir, Lisa Barco, Martine Denis, Sören Aabo, et Björn Bengtsson. 2016. « Antibiotic Resistance in Escherichia Coli from Pigs in Organic and Conventional Farming in Four European Countries ». *PloS One* 11 (6): e0157049. doi:10.1371/journal.pone.0157049.
- OXFAM. 2013. « Behind the Brands: food justice and the 'Big 10' food and beverage companies. [Online] Available from: <http://www.behindthebrands.org/en/campaign-news/a-race-to-the-top,-c-,new-updateon-food-and-beverage-companies-progress.> »
- Padilla Bravo, Carlos, Anette Cordts, Birgit Schulze, et Achim Spiller. 2013. « Assessing determinants of organic food consumption using data from the German National Nutrition Survey II ». *Food Quality and Preference* 28 (1): 60- 70. doi:10.1016/j.foodqual.2012.08.010.
- Palupi, Eny, Anuraga Jayanegara, Angelika Ploeger, et Johannes Kahl. 2012. « Comparison of nutritional quality between conventional and organic dairy products: a meta-analysis ». *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92 (14): 2774- 81. doi:10.1002/jsfa.5639.

- Parry, Andrew, Koki Okawa, et Paul Bleazard. 2015. « Preventing Food Waste ». OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers 76. http://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/preventing-food-waste_5js4w29cf0f7-en.
- Patterson, Ruth E, Marian L Neuhouser, Monique M Hedderson, Stephen M Schwartz, Leanna J Standish, et Deborah J Bowen. 2003. « Changes in diet, physical activity, and supplement use among adults diagnosed with cancer ». *Journal of the American Dietetic Association* 103 (3): 323- 28. doi:10.1053/jada.2003.50045.
- Pearson, David, J Henryks, P Sultan, et T Anisimova. 2013. « Organic food: Exploring purchase frequency to explain consumer behavior. *Journal of Organic Systems*, 8(2), 50-63. »
- Pearson, David, Joanna Henryks, et Hannah Jones. 2011. « Organic food: What we know (and do not know) about consumers ». *Renewable Agriculture and Food Systems* 26 (2): 171- 77. doi:10.1017/S1742170510000499.
- Pelletier, Jennifer E., Melissa N. Laska, Dianne Neumark-Sztainer, et Mary Story. 2013. « Positive Attitudes toward Organic, Local, and Sustainable Foods Are Associated with Higher Dietary Quality among Young Adults ». *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* 113 (1): 127- 32. doi:10.1016/j.jand.2012.08.021.
- Pérez-López, Antonio José, José Manuel López-Nicolas, Estrella Núñez-Delicado, Francisco M Del Amor, et Angel A Carbonell-Barrachina. 2007. « Effects of Agricultural Practices on Color, Carotenoids Composition, and Minerals Contents of Sweet Peppers, Cv. Almuden ». *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55 (20): 8158- 64. doi:10.1021/jf071534n.
- Petersen, Sesilje B, Morten A Rasmussen, Marin Strøm, Thorhallur I Halldorsson, et Sjurður F Olsen. 2013. « Sociodemographic Characteristics and Food Habits of Organic Consumers--a Study from the Danish National Birth Cohort ». *Public Health Nutrition* 16 (10): 1810- 19. doi:10.1017/S1368980012004119.
- Pickett, John A. 2013. « Food Security: Intensification of Agriculture Is Essential, for Which Current Tools Must Be Defended and New Sustainable Technologies Invented ». *Food and Energy Security* 2 (3): 167- 73. doi:10.1002/fes3.32.
- Pino, Giovanni, Alessandro M. Peluso, et Gianluigi Guido. 2012. « Determinants of Regular and Occasional Consumers' Intentions to Buy Organic Food ». *Journal of Consumer Affairs* 46 (1): 157- 69. doi:10.1111/j.1745-6606.2012.01223.x.
- Podsakoff, Philip M., Scott B. MacKenzie, Jeong-Yeon Lee, et Nathan P. Podsakoff. 2003. « Common Method Biases in Behavioral Research: A Critical Review of the Literature and Recommended Remedies. » *Journal of Applied Psychology* 88 (5): 879- 903. doi:10.1037/0021-9010.88.5.879.
- Programme alimentaire mondial. 2015. « hunger_map_2015_FRA_lowres - wfp275077.pdf ». <http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/communications/wfp275077.pdf>.
- Pussemier, Luc, Yvan Larondelle, Carlos Van Peteghem, et André Huyghebaert. 2006. « Chemical Safety of Conventionally and Organically Produced Foodstuffs: A Tentative Comparison under Belgian Conditions ». *Food Control* 17 (1): 14- 21. doi:10.1016/j.foodcont.2004.08.003.
- Reganold, John P., et Jonathan M. Wachter. 2016. « Organic agriculture in the twenty-first century ». *Nature Plants* 2 (2): 15221. doi:10.1038/nplants.2015.221.
- Règlement (CE) No 834/2007 du Conseil. 2007.
- Ren, Huifeng, Hideaki Endo, et Tetsuhito Hayashi. 2001. « Antioxidative and Antimutagenic Activities and Polyphenol Content of Pesticide-Free and Organically Cultivated Green Vegetables Using Water-Soluble Chitosan as a Soil Modifier and Leaf Surface Spray ». *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81 (15): 1426–1432. doi:10.1002/jsfa.955.
- Rist, Lukas, André Mueller, Christiane Barthel, Bianca Snijders, Margje Jansen, A Paula Simões-Wüst, Machteld Huber, et al. 2007. « Influence of Organic Diet on the Amount of Conjugated Linoleic

- Acids in Breast Milk of Lactating Women in the Netherlands ». *The British Journal of Nutrition* 97 (4): 735- 43. doi:10.1017/S0007114507433074.
- Rosenbaum, Paul R., et Donald B. Rubin. 1983. « The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects ». *Biometrika* 70 (1): 41. doi:10.2307/2335942.
- Rossi, Filippo, Francesco Godani, Terenzio Bertuzzi, Marco Trevisan, Federico Ferrari, et Sergio Gatti. 2008. « Health-Promoting Substances and Heavy Metal Content in Tomatoes Grown with Different Farming Techniques ». *European Journal of Nutrition* 47 (5): 266- 72. doi:10.1007/s00394-008-0721-z.
- Rothman, Kenneth J., Sander Greenland, et Timothy L. Lash. 2008. *Modern epidemiology*. Lippincott Williams & Wilkins. <https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=Z3vjT9ALxHUC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Rothman+KJ,+Greenland+S,+Lash+TL.+2008.+Modern+epidemiology.+Philadelphia:+Lippincott+Williams+and+Wilkins.&ots=aQMI8LTP2X&sig=3msZDHI1Gco5Hv4OILjpfLJC6Xw>.
- Rubinstein, Reuven Y., et Dirk P. Kroese. 2011. *Simulation and the Monte Carlo Method, Student Solutions Manual*. John Wiley & Sons.
- Rutishauser, Ingrid HE. 2005. « Dietary Intake Measurements ». *Public Health Nutrition* 8 (7a). doi:10.1079/PHN2005798.
- Sabate, J., et S. Soret. 2014. « Sustainability of Plant-Based Diets: Back to the Future ». *American Journal of Clinical Nutrition* 100 (Supplement 1): 476S- 482S. doi:10.3945/ajcn.113.071522.
- Saillenfait, Anne-Marie, Dieynaba Ndiaye, et Jean-Philippe Sabaté. 2015. « Pyrethroids: Exposure and Health Effects – An Update ». *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 218 (3): 281- 92. doi:10.1016/j.ijheh.2015.01.002.
- Samsel, Anthony, et Stephanie Seneff. 2013. « Glyphosate, pathways to modern diseases II: Celiac sprue and gluten intolerance ». *Interdisciplinary Toxicology* 6 (4). doi:10.2478/intox-2013-0026.
- Sautory, O. 1993. « INSEE: La macro CALMAR-Redressement d'un échantillon par calage sur marges. <http://www.insee.fr/fr/methodes/outils/calmar/doccalmar.pdf> ».
- Sautron, Valérie, Sandrine Péneau, Géraldine M. Camilleri, Laurent Muller, Bernard Ruffieux, Serge Herberg, et Caroline Méjean. 2015. « Validity of a Questionnaire Measuring Motives for Choosing Foods Including Sustainable Concerns ». *Appetite* 87 (avril): 90- 97. doi:10.1016/j.appet.2014.12.205.
- Scarborough, Peter, Paul N. Appleby, Anja Mizdrak, Adam D. M. Briggs, Ruth C. Travis, Kathryn E. Bradbury, et Timothy J. Key. 2014. « Dietary Greenhouse Gas Emissions of Meat-Eaters, Fish-Eaters, Vegetarians and Vegans in the UK ». *Climatic Change* 125 (2): 179- 92. doi:10.1007/s10584-014-1169-1.
- Schifferstein, Hendrik N. J., et Peter A. M. Oude Ophuis. 1998. « Health-related determinants of organic food consumption in The Netherlands ». *Food Quality and Preference, Sensometric Workshop*, 9 (3): 119- 33. doi:10.1016/S0950-3293(97)00044-X.
- Schneweis, Isabell, Karsten Meyer, Mathias Ritzmann, Peter Hoffmann, Leo Dempfle, et Johann Bauer. 2005. « Influence of Organically or Conventionally Produced Wheat on Health, Performance and Mycotoxin Residues in Tissues and Bile of Growing Pigs ». *Archives of Animal Nutrition* 59 (3): 155- 63. doi:10.1080/17450390500147594.
- Schofield, W. N. 1985. « Predicting Basal Metabolic Rate, New Standards and Review of Previous Work ». *Human Nutrition. Clinical Nutrition* 39 Suppl 1: 5- 41.
- Seufert, Verena, Navin Ramankutty, et Jonathan A. Foley. 2012. « Comparing the Yields of Organic and Conventional Agriculture ». *Nature* 485 (7397): 229- 32. doi:10.1038/nature11069.
- Shepherd, Richard, Maria Magnusson, et Per-Olow Sjöden. 2005. « Determinants of Consumer Behavior Related to Organic Foods ». *Ambio* 34 (4- 5): 352- 59.

- Sirieux, Lucie, Paul Kledal, et Lucimar Santiago de Abreu. 2008. « Consumers Motivations for Buying Local and Organic Products in Developing vs Developed Countries ». In *Cultivating the Future Based on Science*, 2:276- 79. <http://orgprints.org/12227/>.
- Sirieux, Lucie, Vanessa Persillet, et Agnès Alessandrin. 2006. « Consumers and organic food in France: a means-end chain study ». *Sociological perspectives of organic agriculture*, 70–87.
- Sirieux, Lucie, et Burkhard Schaer. 2006. « Buying Organic Food in France: Shopping Habits and Trust ». http://www.academia.edu/7263260/Buying_Organic_Food_in_France_Shopping_Habits_and_Trust.
- Smith-Spangler, Crystal, Margaret L. Brandeau, Grace E. Hunter, J. Clay Bavinger, Maren Pearson, Paul J. Eschbach, Vandana Sundaram, et al. 2012. « Are Organic Foods Safer or Healthier Than Conventional Alternatives? A Systematic Review ». *Annals of Internal Medicine* 157 (5): 348- 66. doi:10.7326/0003-4819-157-5-201209040-00007.
- Sofi, Francesco, Claudio Macchi, Rosanna Abbate, Gian Franco Gensini, et Alessandro Casini. 2014. « Mediterranean Diet and Health Status: An Updated Meta-Analysis and a Proposal for a Literature-Based Adherence Score ». *Public Health Nutrition* 17 (12): 2769- 82. doi:10.1017/S1368980013003169.
- Søltoft, Malene, Anette Bysted, Katja H Madsen, Alicja Budek Mark, Susanne G Bügel, John Nielsen, et Pia Knuthsen. 2011. « Effects of Organic and Conventional Growth Systems on the Content of Carotenoids in Carrot Roots, and on Intake and Plasma Status of Carotenoids in Humans ». *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91 (4): 767- 75. doi:10.1002/jsfa.4248.
- Średnicka-Tober, Dominika, Marcin Barański, Joanna Gromadzka-Ostrowska, Krystyna Skwarło-Sońta, Ewa Rembiałkowska, Jana Hajslova, Vera Schulzova, et al. 2013. « Effect of Crop Protection and Fertilization Regimes Used in Organic and Conventional Production Systems on Feed Composition and Physiological Parameters in Rats ». *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61 (5): 1017- 29. doi:10.1021/jf303978n.
- Średnicka-Tober, Dominika, Marcin Barański, Chris J. Seal, Roy Sanderson, Charles Benbrook, Håvard Steinshamn, Joanna Gromadzka-Ostrowska, Ewa Rembiałkowska, Krystyna Skwarło-Sońta, Mick Eyre, Giulio Cozzi, Mette Krogh Larsen, et al. 2016a. « Higher PUFA and n-3 PUFA, conjugated linoleic acid, α -tocopherol and iron, but lower iodine and selenium concentrations in organic milk: a systematic literature review and meta- and redundancy analyses ». *British Journal of Nutrition* FirstView (février): 1–18. doi:10.1017/S0007114516000349.
- Średnicka-Tober, Dominika, Marcin Barański, Chris Seal, Roy Sanderson, Charles Benbrook, Håvard Steinshamn, Joanna Gromadzka-Ostrowska, Ewa Rembiałkowska, Krystyna Skwarło-Sońta, Mick Eyre, Giulio Cozzi, Mette Krogh Larsen, et al. 2016b. « Composition Differences between Organic and Conventional Meat: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis ». *British Journal of Nutrition*, février, 1- 18. doi:10.1017/S0007114515005073.
- Stenius, F., J. Swartz, G. Lilja, M. Borres, M. Bottai, G. Pershagen, A. Scheynius, et J. Alm. 2011. « Lifestyle Factors and Sensitization in Children - the ALADDIN Birth Cohort: Lifestyle and Sensitization - the ALADDIN Cohort ». *Allergy* 66 (10): 1330- 38. doi:10.1111/j.1398-9995.2011.02662.x.
- Stephens, A., T. M. Pollard, et J. Wardle. 1995. « Development of a Measure of the Motives Underlying the Selection of Food: The Food Choice Questionnaire ». *Appetite* 25 (3): 267- 84. doi:10.1006/appe.1995.0061.
- Stracke, Berenike A., Corinna E. Rüfer, Achim Bub, Karlis Briviba, Stephanie Seifert, Clemens Kunz, et Bernhard Watzl. 2008. « Bioavailability and nutritional effects of carotenoids from organically and conventionally produced carrots in healthy men ». *British Journal of Nutrition* 101 (11): 1664. doi:10.1017/S0007114508116269.

- Swaminathan, K. 2013. « Pesticides and human diabetes: a link worth exploring? » *Diabetic Medicine* 30 (11): 1268- 71. doi:10.1111/dme.12212.
- Tango, Charles Nkufi, Na-Jung Choi, Myung-Sub Chung, et Deog Hwan Oh. 2014. « Bacteriological Quality of Vegetables from Organic and Conventional Production in Different Areas of Korea ». *Journal of Food Protection* 77 (8): 1411- 17. doi:10.4315/0362-028X.JFP-13-514.
- Teil, Geneviève. 2012. « Le bio s’use-t-il ? Analyse du débat autour de la conventionalisation du label bio ». *Économie rurale*, n° 332 (novembre): 102- 18. doi:10.4000/economierurale.3708.
- Thayer, Kristina A., Jerrold J. Heindel, John R. Bucher, et Michael A. Gallo. 2012. « Role of environmental chemicals in diabetes and obesity: a National Toxicology Program workshop review ». *Environmental health perspectives* 120 (6): 779.
- Thompson, F. E., et T. Byers. 1994. « Dietary Assessment Resource Manual ». *The Journal of Nutrition* 124 (11 Suppl): 2245S- 2317S.
- Tilman, David, et Michael Clark. 2014. « Global Diets Link Environmental Sustainability and Human Health ». *Nature* 515 (7528): 518- 22. doi:10.1038/nature13959.
- Tirelli, Valentina, Tiziana Catone, Laura Turco, Emma Di Consiglio, Emanuela Testai, et Isabella De Angelis. 2007. « Effects of the Pesticide Clorpyrifos on an in Vitro Model of Intestinal Barrier ». *Toxicology in Vitro* 21 (2): 308- 13. doi:10.1016/j.tiv.2006.08.015.
- Torjusen, Hanne, Anne L. Brantsæter, Margaretha Haugen, Geir Lieblein, Hein Stigum, Gun Roos, Gerd Holmboe-Ottesen, et Helle M. Meltzer. 2010. « Characteristics Associated with Organic Food Consumption during Pregnancy; Data from a Large Cohort of Pregnant Women in Norway ». *BMC Public Health* 10 (1): 775. doi:10.1186/1471-2458-10-775.
- Torjusen, Hanne, Anne Lise Brantsæter, Margaretha Haugen, Jan Alexander, Leiv S. Bakketeig, Geir Lieblein, Hein Stigum, et al. 2014. « Reduced Risk of Pre-Eclampsia with Organic Vegetable Consumption: Results from the Prospective Norwegian Mother and Child Cohort Study ». *BMJ Open* 4 (9): e006143. doi:10.1136/bmjopen-2014-006143.
- Torjusen, Hanne, Geir Lieblein, Tormod Næs, Margaretha Haugen, Helle Margrete Meltzer, et Anne Lise Brantsæter. 2012. « Food Patterns and Dietary Quality Associated with Organic Food Consumption during Pregnancy; Data from a Large Cohort of Pregnant Women in Norway ». *BMC Public Health* 12 (1). doi:10.1186/1471-2458-12-612.
- Torjusen, Hanne, Geir Lieblein, Margareta Wandel, et Charles A Francis. 2001. « Food System Orientation and Quality Perception among Consumers and Producers of Organic Food in Hedmark County, Norway ». *Food Quality and Preference* 12 (3): 207- 16. doi:10.1016/S0950-3293(00)00047-1.
- Tuomisto, H. L., I. D. Hodge, P. Riordan, et D. W. Macdonald. 2012. « Does Organic Farming Reduce Environmental Impacts?--a Meta-Analysis of European Research ». *Journal of Environmental Management* 112 (décembre): 309- 20. doi:10.1016/j.jenvman.2012.08.018.
- Union Européenne. 2016. « Pesticides database ». ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/.
- van de Vijver, Lucy PL, et Marja ET van Vliet. 2012. « Health effects of an organic diet-consumer experiences in the Netherlands ». *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92 (14): 2923- 27. doi:10.1002/jsfa.5614.
- Vania, Andrea, Renata Alleva, et Sergio Bernasconi. 2015. « Is Organic Diet Really Necessary for Children? » *Italian Journal of Pediatrics* 41 (Suppl 2): A75. doi:10.1186/1824-7288-41-S2-A75.
- Verain, Muriel C.D., Jos Bartels, Hans Dagevos, Siet J. Sijtsema, Marleen C. Onwezen, et Gerrit Antonides. 2012. « Segments of Sustainable Food Consumers: A Literature Review: Segments of Sustainable Food Consumers ». *International Journal of Consumer Studies* 36 (2): 123- 32. doi:10.1111/j.1470-6431.2011.01082.x.

- Verger, Eric O., François Mariotti, Bridget A. Holmes, Damien Paineau, et Jean-François Huneau. 2012. « Evaluation of a Diet Quality Index Based on the Probability of Adequate Nutrient Intake (PANDiet) Using National French and US Dietary Surveys ». *PLoS ONE* 7 (8): e42155. doi:10.1371/journal.pone.0042155.
- Vergnaud, Anne-Claire, Mathilde Touvier, Caroline Méjean, Emmanuelle Kesse-Guyot, Clothilde Pollet, Aurélie Malon, Katia Castetbon, et Serge Hercberg. 2011. « Agreement between Web-Based and Paper Versions of a Socio-Demographic Questionnaire in the NutriNet-Santé Study ». *International Journal of Public Health* 56 (4): 407- 17. doi:10.1007/s00038-011-0257-5.
- Vermeulen, Sonja J., Bruce M. Campbell, et John S.I. Ingram. 2012. « Climate Change and Food Systems ». *Annual Review of Environment and Resources* 37 (1): 195- 222. doi:10.1146/annurev-environ-020411-130608.
- Vieux, F., N. Darmon, D. Touazi, et L.G. Soler. 2012. « Greenhouse Gas Emissions of Self-Selected Individual Diets in France: Changing the Diet Structure or Consuming Less? » *Ecological Economics* 75 (mars): 91- 101. doi:10.1016/j.ecolecon.2012.01.003.
- Von Essen, Elisabeth, et Magnus Englander. 2013. « Organic food as a healthy lifestyle: A phenomenological psychological analysis ». *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-Being* 8 (0). doi:10.3402/qhw.v8i0.20559.
- WHO. 2014. « Obesity and overweight ». WHO. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>.
- Wier, Mette, Katherine O'Doherty Jensen, Laura Mørch Andersen, et Katrin Millock. 2008. « The character of demand in mature organic food markets: Great Britain and Denmark compared ». *Food Policy* 33 (5): 406- 21. doi:10.1016/j.foodpol.2008.01.002.
- Willett, Walter. 2012. *Nutritional Epidemiology*. OUP USA.
- Worthington, V. 2001. « Nutritional Quality of Organic versus Conventional Fruits, Vegetables, and Grains ». *Journal of Alternative and Complementary Medicine (New York, N.Y.)* 7 (2): 161- 73. doi:10.1089/107628001300303691.
- Wunderlich, Shahla M, Charles Feldman, Shannon Kane, et Taraneh Hazhin. 2008. « Nutritional Quality of Organic, Conventional, and Seasonally Grown Broccoli Using Vitamin C as a Marker ». *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 59 (1): 34- 45. doi:10.1080/09637480701453637.
- Yiridoe, Emmanuel K., Samuel Bonti-Ankomah, et Ralph C. Martin. 2005. « Comparison of Consumer Perceptions and Preference toward Organic versus Conventionally Produced Foods: A Review and Update of the Literature ». *Renewable Agriculture and Food Systems* 20 (4): 193- 205. doi:10.1079/RAF2005113.
- Załęcka, Aneta, Susanne Bügel, Flavio Paoletti, Johannes Kahl, Adriana Bonanno, Anne Dostalova, et Gerold Rahmann. 2014. « The Influence of Organic Production on Food Quality – Research Findings, Gaps and Future Challenges ». *Journal of the Science of Food and Agriculture* 94 (13): 2600- 2604. doi:10.1002/jsfa.6578.
- Zander, Katrin, et Ulrich Hamm. 2010. « Consumer Preferences for Additional Ethical Attributes of Organic Food ». Journal paper. *Food Quality and Preference*. juillet. <http://orgprints.org/17046/>.
- Zhang, Jun, et Kai F. Yu. 1998. « What's the Relative Risk?: A Method of Correcting the Odds Ratio in Cohort Studies of Common Outcomes ». *JAMA* 280 (19): 1690. doi:10.1001/jama.280.19.1690.
- Zou, G. 2004. « A Modified Poisson Regression Approach to Prospective Studies with Binary Data ». *American Journal of Epidemiology* 159 (7): 702- 6. doi:10.1093/aje/kwh090.

ANNEXES

Annexe 1 : Extrait du questionnaire sur les fréquences de consommation des produits issus de l'agriculture biologique.....	i
Annexe 2 : Liste des 264 variables du FFQ bio	ii
Annexe 3: Définition et calcul du score d'adéquation aux recommandations du PNNS, le PNNS-GS.....	v
Annexe 4 : Extraits du questionnaire sur les choix alimentaires	vii
Annexe 5 : Extraits de l'article de validation du questionnaire sur les choix alimentaires, Sautron, 2015	viii
Annexe 6 : Diagnostic de l'appariement sur le score de propension – Comparaison des groupes <i>bio</i> et <i>conventionnel</i> avant et après appariement sur le score de propension (<i>Variance Balance Checks</i>).....	x
Annexe 7 : Distribution des sommes molaires des ΣEP, ΣMP et des ΣDAP selon le groupe <i>bio</i> et <i>conventionnel</i> , n=218, NutriNet-Santé	xiv

Annexe 1 : Extrait du questionnaire sur les fréquences de consommation des produits issus de l'agriculture biologique

- 1 - Introduction
- 2 - Le BIO partie 1
- 3 - Le BIO partie 2
- 4 - Le BIO partie 3
- 5 - Le BIO partie 4
- 6 - Le BIO partie 5
- 7 - Le BIO partie 6
- 8 - Le BIO partie 7
- 9 - Le BIO partie 8
- 10 - Le BIO partie 9

Le BIO partie 1

Vous arrive-t-il de consommer des fruits ou des jus de fruits BIO ?

- Oui, la plupart du temps
- Oui, de temps en temps
- Non, c'est trop cher
- Non, je n'en trouve pas là où je fais mes courses
- Non, ça m'est égal
- Non, j'évite
- Je ne sais pas
- Je ne consomme jamais ces aliments

Vous arrive-t-il de consommer des légumes BIO ?

- Oui, la plupart du temps
- Oui, de temps en temps
- Non, c'est trop cher
- Non, je n'en trouve pas là où je fais mes courses
- Non, ça m'est égal
- Non, j'évite
- Je ne sais pas
- Je ne consomme jamais ces aliments

Vous arrive-t-il de consommer du soja ou des produits à base de soja BIO ?

- Oui, la plupart du temps
- Oui, de temps en temps
- Non, c'est trop cher
- Non, je n'en trouve pas là où je fais mes courses
- Non, ça m'est égal
- Non, j'évite
- Je ne sais pas
- Je ne consomme jamais ces aliments

Vous arrive-t-il de consommer des produits laitiers BIO ?

- Oui, la plupart du temps
- Oui, de temps en temps
- Non, c'est trop cher
- Non, je n'en trouve pas là où je fais mes courses
- Non, ça m'est égal
- Non, j'évite
- Je ne sais pas
- Je ne consomme jamais ces aliments

Annexe 2 : Liste des 264 variables du FFQ bio

abricot
agneau_cote
agneau_epaule
agneau_saute
agrume
ail
alcool_anise
alcool_fort
algue
ananas
aperitif
artichaut
asiatique
avocat
banane
barre_chocolat
betterave
beurre_cuisson
beurre_tartine
biere
biere_sans_alcool
biscotte
biscuit_sec
biscuit_sec_chocolat
boeuf_braise
boeuf_cote
boeuf_roti
bonbon
brioche
brocolis
brownie
cafe_lait
cafe_lait_veg
cafe_noir
cake
carottes
cassoulet
celeri
cereales_aromatisees
cereales_muesli
cereales_natures
cereales_son
cerise
cervelas
champignon
chantilly
chicoree_lait
chicoree_lait_veg
chicoree_nature
chips
chocolat
huile_noix
huile_olive
huile_pepins
huile_sesame
huile_soja
huile_tournesol
Infusion
jambon_blanc
jambon_cru
jambon_veg
jus_fruit
jus_nectar
jus_purjus
ketchup
kiwi
kombucha
lait_demi_ecreme
lait_ecreme
lait_entier
lait_fermente
lait_soja
lapin
lardons
legumes_secs
levure_biere
liqueur
litchi
mais
mangue
mayo
melon
miel_confiture
mortadelle
moutarde
muesli_nature
navet
nutella
oeuf_coque
oeuf_plat
oignon
oleagineux_non_sales
oleagineux_sales
pain_blanc
pain_complet
panini
pate
pate_veg
pates
pates_completes
pdt_eau
pdt_frites

chocolat_chaud
chocolat_chaud_veg
chorizo_veg
chou_blanc
chou_fleur
chou_rouge
chou_vert
choucroute
choux_bruzelles
cidre
cocktail
compote
compote_sanssucre
concombre
cone
coquillage
creme_caramel
creme_fraiche
creme_fraiche_allegee
creme_vegetale
crepe_salee
crepe_sucree
croque_monsieur
crustace
digestif
dinde
dinde_peau
eau_minerale
eau_robinet
eau_source
edulcorant
endive
entremet
entremet_veg_sans_soja
entremet_veg_soja
epinards
fenouil
flan
foie
fraise
fromage_allege
fromage_bleu
fromage_brie
fromage_chevre
fromage_edam
fromage_fondu
fromage_frais
fromage_frais_veg
fromage_gouda
fromage_mozzarella
fromage_veg_sans_soja
fromage_veg_soja
fromageblanc_20
pdt_puree
pdt_sautees
peche
petit_gateau
petit_pois
petit_suisse
pizza
poire
poireau
poisson_gras
poisson_maigre
poisson_migras
poisson_pane
poivron
pomme
popcorn
porc_cote
porc_echine
porc_filet
porc_roti
pot_au_feu
potiron
prune
puree_oleagineux
quiche
quinoa
raisin
raviolis
rillettes
riz_blanc
riz_complet
riz_sauvage
salade_pdt
salade_verte
sandwich_grec
sauce_bechamel
sauce_jus
sauce_pates
sauce_tartare
sauce_viande
saucisses
saucisson
seitan
semoule
sirop
soda
soda_light
son
sorbet
soupe_legume
steak_hache
steak_soja
substitut_viande

fromageblanc_20_fruit
fromageblanc_40
fromageblanc_40_brebis
fromageblanc_40_chevre
fromageblanc_40_fruit
fromageblanc_zero
fromageblanc_zero_aspartame
fruit_exotique
fruits_secs
fruits_sirop
galette_cereales
galettes_veg
gateau_aperitif
gateau_creme
germe_ble
glace
grains
graines_germees
hamburger
haricots_verts
huile_arachide
huile_carthame
huile_coco
huile_colza
huile_lin
huile_mais
huile_melangee
huile_noisette

sucre
tarte_fruits
the
the_lait
the_lait_veg
tofu
tomate
topinambour
tripes
veau_cote
veau_escalope
veau_roti
veau_saute
viande_panee
viennoiserie
vin_blanc
vin_rouge
vinaigrette
yaourt_bifidus
yaourt_bifidus_fruit
yaourt_demi_ecreme
yaourt_demi_ecreme_fruit
yaourt_entier
yaourt_entier_fruit
yaourt_soja
yaourt_zero
yaourt_zero_aspartame
yaourt_zero_fruit

Annexe 3: Définition et calcul du score d'adéquation aux recommandations du PNNS, le PNNS-GS

	Recommandation	Seuil	Score
1. Fruits et légumes	Au moins 5 par jour	[0-3,5[	0
		[3,5-5[	0,5
		[5-7,5[	1
		≥7,5	2
2. Féculents	A chaque repas et selon l'appétit	[0-1[	0
		[1-3[	0,5
		[3-6[	1
		≥6	0,5
3. Aliments complets	Favoriser la consommation	[0-1/3[	0
		[1/3-2/3[	0,5
		≥2/3	1
4. Lait et produits laitiers (yaourts, fromages)	3/j (≥55-ans : 3 à 4/j)	[0-1[	0
		[1-2,5[	0,5
		[2,5-3,5] (≥55-ans : [2,5-4,5])	1
		>3,5 (≥55-ans : >4,5)	0
5. Viandes, volailles, produits de la pêche, œufs	1 à 2/j	0	0
		]0-1[	0,5
		[1-2]	1
		>2	0,5
6. Produits de la mer	Au moins deux fois par semaine	< 2/semaine	0
		≥ 2/semaine	1
7. Matières grasses ajoutées	Limiter la consommation	Lipides des matières grasses ajoutées >16% AESA ³ /j	0
		Lipides des matières grasses ajoutées ≤16% AESA/j	1
8. Matières grasses d'origine végétale (MGV)	Favoriser les matières grasses d'origine végétale	Aucune utilisation MGV ou ratio MGV/ matières grasses ajoutées ≤0,5	0
		Aucune utilisation MGA ou MGV/ matières grasses ajoutées >0,5	1
9. Produits sucrés (PS)	Limiter la consommation	Sucres ajoutés des PS ≥17,5% AESA/j	-0,5
		Sucres ajoutés des PS 17,5-12,5% AESA/j	0
		Sucres ajoutés des PS <12,5% AESA/j	1
Boissons			
10. Boissons non alcoolisées	De l'eau à volonté Limiter les boissons sucrées	<1l d'eau and >250 ml boissons sucrées/j	0
		≥1l d'eau and >250 ml boissons sucrées/j	0,5
		<1l d'eau and ≤250 ml boissons sucrées/j	0,75
		≥1l d'eau and ≤250 ml boissons sucrées/j	1
11. Alcool	Limiter la consommation Femmes ≤2 verres de vin/j et ≤3 verres/j pour les hommes	Alcool >20 g/j pour les femmes et >30g/j pour les hommes	0
		Alcool ≤20 g/j pour les femmes et ≤30g/j pour les hommes	0,8
		Abstinentes et consommateurs irréguliers (<une fois par semaine)	1
12. Sel (Sodium : max2,54/1000)	Limiter la consommation	>12g/j	-0,5
		]10-12] g/j	0
		]8-10] g/j	0,5
		]6-8] g/j	1
		≤6 g/j	1,5
13. Activité physique	Au moins l'équivalent ½ h de marche rapide par jour	[0-30[min/j	0
		[30-60[min/j	1
		≥60 min/j	1,5
Pénalité sur les apports énergétiques		Apports/Dépense≤1,05	0
		Apports/Dépense>1,05 à X= Apports/Dépense – 1	X%

Exemple : Apports/Dépense= 1,10 à X= 10% à
score pénalisé de 10%

¹Portions par jour sauf mention contraire. Abréviations : AESA, Apports énergétiques sans alcool ; MGA, Matières grasses d'origine animale ; MGV, Matières grasses d'origine végétale ; PS, Produits sucrés

Annexe 4 : Extraits du questionnaire sur les choix alimentaires

<ul style="list-style-type: none">1 - Introduction2 - Achats alimentaires3 - Aliments en général (1)4 - Aliments en général (2)5 - Aliments en général (3)6 - Aliments en général (4)7 - Viande8 - Poisson9 - Fruits et légumes10 - Produits laitiers11 - Régime alimentaire12 - Commentaires	<p>Aliments en général (1)</p> <hr/> <p>Quand j'achète un aliment, je tiens compte</p> <ul style="list-style-type: none">- de sa composition nutritionnelle (calories, fibres, matières grasses, vitamines....) <input checked="" type="radio"/> Pas du tout d'accord <input type="radio"/> Plutôt pas d'accord <input type="radio"/> Plutôt d'accord <input type="radio"/> Tout à fait d'accord <input type="radio"/> Ne sais pas- de son prix <input type="radio"/> Pas du tout d'accord <input type="radio"/> Plutôt pas d'accord <input type="radio"/> Plutôt d'accord <input type="radio"/> Tout à fait d'accord <input type="radio"/> Ne sais pas- de son impact sur l'environnement <input type="radio"/> Pas du tout d'accord <input type="radio"/> Plutôt pas d'accord <input checked="" type="radio"/> Plutôt d'accord <input type="radio"/> Tout à fait d'accord <input type="radio"/> Ne sais pas- de sa simplicité de préparation (préparation rapide, cuisson facile ...) <input type="radio"/> Pas du tout d'accord <input checked="" type="radio"/> Plutôt pas d'accord <input type="radio"/> Plutôt d'accord <input type="radio"/> Tout à fait d'accord <input type="radio"/> Ne sais pas- de son effet sur ma santé <input checked="" type="radio"/> Pas du tout d'accord <input type="radio"/> Plutôt pas d'accord <input type="radio"/> Plutôt d'accord <input type="radio"/> Tout à fait d'accord <input type="radio"/> Ne sais pas- du fait qu'il soit «de saison» <input type="radio"/> Pas du tout d'accord <input checked="" type="radio"/> Plutôt pas d'accord <input type="radio"/> Plutôt d'accord <input type="radio"/> Tout à fait d'accord <input type="radio"/> Ne sais pas- de sa teneur en additifs (conservateurs, colorants ...) <input type="radio"/> Pas du tout d'accord <input type="radio"/> Plutôt pas d'accord <input checked="" type="radio"/> Plutôt d'accord <input type="radio"/> Tout à fait d'accord <input type="radio"/> Ne sais pas- du respect des droits du travail /de l'Homme lors de sa production (pas d'exploitation des travailleurs, des enfants ...) <input type="radio"/> Pas du tout d'accord <input type="radio"/> Plutôt pas d'accord <input type="radio"/> Plutôt d'accord <input checked="" type="radio"/> Tout à fait d'accord <input type="radio"/> Ne sais pas- de son emballage astucieux/ingénieux (gourde à compote ...) <input type="radio"/> Pas du tout d'accord <input type="radio"/> Plutôt pas d'accord <input type="radio"/> Plutôt d'accord <input type="radio"/> Tout à fait d'accord <input checked="" type="radio"/> Ne sais pas <p style="text-align: center;"><input type="button" value="◀ Précédent"/> <input type="button" value="Suite ▶"/></p>
---	--

Annexe 5 : Extraits de l'article de validation du questionnaire sur les choix alimentaires, Sautron, 2015

« Validity of a Questionnaire Measuring Motives for Choosing Foods Including Sustainable Concerns ».

Appetite 87 (avril): 90- 97. doi:10.1016/j.appet.2014.12.205.

Table 2
Parameter estimates and reliability indicators of the most important items in the first- and second-order models and standardized mean scores of identified factors.

Factor	Item	Factor loading	Prevalence- and bias-adjusted kappa coefficient	Ordinal Cronbach's alpha coefficient	Standardized mean score ± SD ^a
F1: Ethics and environment (included 17 items)				0.97	5.88 ± 2.25
	Production waste (G) ^b	0.87	0.57		
	Pollution caused by transport (G) ^b	0.86	0.63		
	Impact on earth's resources (G) ^b	0.85	0.48		
	Environmental impact (M) ^c	0.85	0.62		
	Respect for working conditions (G) ^b	0.84	0.41		
F2: Local and traditional production (included 12 items)				0.95	7.40 ± 1.98
	Proximity of production (G) ^b	0.87	0.51		
	Support for small-scale producers (M) ^c	0.85	0.59		
	Artisanal product (G) ^b	0.84	0.48		
	Support of small-scale producers (G) ^b	0.83	0.53		
	Proximity of production (FV) ^d	0.81	0.59		
F3: Taste (included 4 items)				0.78	8.78 ± 1.26
	Taste of food (M) ^c	0.87	0.54		
	Taste of food (FV) ^d	0.73	0.46		
	Taste of food (G) ^b	0.66	0.55		
	Taste of food (D) ^e	0.45	0.53		
F4: Price (included 6 items)				0.91	7.19 ± 1.97
	Price of food (M) ^c	0.93	0.45		
	Price of food (FV) ^d	0.90	0.55		
	Price of food (F) ^f	0.81	0.54		
	Price of food (D) ^e	0.80	0.40		
	Price of food (G) ^b	0.64	0.50		
F5: Environmental limitations (included 4 items)				0.85	2.98 ± 2.15
	Not buying for environmental reasons (F) ^f	0.84	0.52		
	Not buying for environmental reasons (M) ^c	0.80	0.48		
	Not buying for environmental reasons (FV) ^d	0.71	0.41		
	Not buying for environmental reasons (D) ^e	0.68	0.46		
F6: Health (included 6 items)				0.87	7.53 ± 1.90
	Health impact (G) ^b	0.90	0.48		
	Health impact (M) ^c	0.84	0.40		
	Nutritional composition (G) ^b	0.82	0.68		
	Nutritional composition (D) ^e	0.71	0.58		
	Specific motivation for health concerns (FV) ^d	0.53	0.53		
F7: Convenience (included 4 items)				0.88	5.06 ± 2.69
	Cooking convenience (M) ^c	0.93	0.49		
	Cooking convenience (F) ^f	0.81	0.58		
	Cooking convenience (FV) ^d	0.80	0.50		
	Cooking convenience (G) ^b	0.71	0.40		
F8: Innovation (included 4 items)				0.82	3.71 ± 2.27
	Original or innovative product (M) ^c	0.97	0.47		
	Innovative fabrication/conservation process (G) ^b	0.72	0.49		
	Original or innovative product(D) ^e	0.61	0.39		
	Original or innovative product (G) ^b	0.59	0.46		
F9: Absence of contaminants (included 5 items)				0.88	7.35 ± 2.33
	Additives (D) ^e	0.81	0.47		
	Exposure to chemicals (G) ^b	0.80	0.44		
	Additives (G) ^b	0.79	0.46		
	Exposure to chemicals (F) ^f	0.76	0.43		
	Fishing method (F) ^f	0.73	0.64		
F21: Healthy and environmentally friendly consumption				0.97	
	F1: Ethics and environment	0.92			
	F2: Local and traditional production	0.89			
	F6: Health	0.73			
	F9: Absence of contaminants	0.93			

^a All factors identified were linearly transformed into values ranging from 0 to 10 to standardize ratings.

^b G: Items constituting the part of the questionnaire regarding food choice motives in general.

^c M: Items constituting the part of the questionnaire regarding food choice motives for meat.

^d FV: Items constituting the part of the questionnaire regarding food choice motives for fruits and vegetables.

^e D: Items constituting the part of the questionnaire regarding food choice motives for dairy products.

^f F: Items constituting the part of the questionnaire regarding food choice motives for fish.

Table 3

Estimated intercorrelations between first-order factors identified in the confirmatory factor analysis.

	Ethics and environment	Local and traditional production	Taste	Price	Environmental limitations	Health	Convenience	Innovation	Absence of contaminants
Ethics and environment	0.82								
Local and traditional production	0.32	0.50							
Taste	–0.13	–0.11	0.20						
Price	0.58	0.37	–0.04	0.02					
Environmental limitations	0.62	0.70	0.44	–0.01	0.31				
Health	0.07	–0.01	0.03	0.29	0.17	0.08			
Convenience	0.26	0.26	0.13	0.18	0.36	0.25	0.56		
Innovation	0.85	0.82	0.43	–0.13	0.47	0.76	–0.04	0.23	
Absence of contaminants									

Annexe 6 : Diagnostic de l'appariement sur le score de propension – Comparaison des groupes *bio* et *conventionnel* avant et après appariement sur le score de propension (*Variance Balance Checks*)

Variable	Moyenne du groupe bio – Pré-appariement	Moyenne du groupe conv. – Pré-appariement	Diff. Pré-appariement	Diff. Stand. Pré-appariement (%)	Moyenne du groupe bio – Post-appariement	Moyenne du groupe conv. – Post-appariement	Diff. Post-appariement	Diff. Stand. Post-appariement (%)	P Pré-appariement Test de Student	P Post-appariement Test de Student
Etudes (< bac)	0,23	0,27	-0,04	-9,05	0,22	0,22	0,00	0,00	0,03	1,00
Etudes (bac)	0,15	0,15	0,00	0,13	0,17	0,13	0,04	11,29	0,98	0,33
Etudes (bac+3)	0,28	0,28	0,00	-0,53	0,31	0,23	0,08	18,10	0,90	0,12
Etudes (>bac+3)	0,35	0,31	0,04	8,73	0,31	0,43	-0,12	-25,01	0,03	0,03
Saison de prélèvement : Octobre à Janvier	0,37	0,38	-0,01	-1,84	0,43	0,37	0,07	13,59	0,65	0,24
Saison de prélèvement : Février à Mai	0,41	0,40	0,01	1,48	0,30	0,35	-0,05	-11,35	0,72	0,33
Saison de prélèvement : Juin à Septembre	0,22	0,22	0,00	0,39	0,27	0,28	-0,01	-2,98	0,92	0,80
Activité physique élevée	0,42	0,36	0,06	12,40	0,38	0,37	0,01	2,75	0,00	0,81
Activité physique modérée	0,35	0,34	0,01	2,14	0,35	0,37	-0,02	-4,16	0,60	0,72
Activité physique faible	0,14	0,19	-0,05	-14,06	0,19	0,17	0,03	6,92	0,00	0,55
Diabète II : sain	0,90	0,83	0,06	18,50	0,85	0,89	-0,05	-13,86	<0,0001	0,23
Diabète II: traité	0,00	0,01	-0,01	-10,91	0,01	0,00	0,01	11,55	0,01	0,32
Diabète II : malade	0,10	0,15	-0,05	-15,94	0,15	0,11	0,04	12,01	<0,0001	0,30
Hypertension : sain	0,70	0,57	0,13	27,48	0,61	0,63	-0,02	-4,11	<0,0001	0,72
Hypertension : traité	0,08	0,12	-0,04	-14,55	0,12	0,11	0,01	2,07	0,00	0,86
Hypertension : malade	0,23	0,32	-0,09	-20,01	0,27	0,25	0,01	3,03	<0,0001	0,79
Triglycéridémie : sain	0,92	0,87	0,04	14,24	0,89	0,92	-0,03	-9,15	0,00	0,43
Triglycéridémie : traité	0,00	0,00	0,00	N/A	0,00	0,00	0,00	N/A	N/A	N/A

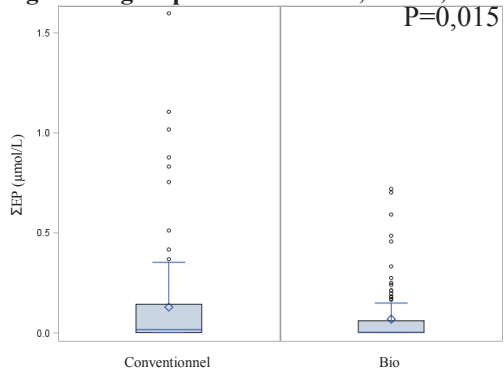
Triglycéridémie: malade	0,08	0,13	-0,04	-14,24	0,11	0,08	0,03	9,15	0,00	0,43
Cholestérolémie : sain	0,93	0,90	0,03	9,75	0,94	0,93	0,01	2,73	0,02	0,81
Cholestérolémie : traité	0,00	0,00	0,00	-3,83	0,00	0,00	0,00	N/A	0,32	N/A
Cholestérolémie : malade	0,07	0,10	-0,03	-9,50	0,06	0,07	-0,01	-2,73	0,02	0,81
Ménopause : non	0,21	0,22	-0,01	-2,42	0,19	0,21	-0,02	-5,02	0,55	0,66
Ménopause : en cours	0,04	0,03	0,01	5,87	0,03	0,02	0,01	4,40	0,15	0,70
Ménopause : oui	0,48	0,35	0,12	25,05	0,47	0,49	-0,03	-5,32	<0,0001	0,65
Consultation en 2011	0,07	0,08	0,00	-1,44	0,09	0,09	0,01	2,32	0,72	0,84
Consultation en 2012	0,46	0,45	0,01	1,03	0,51	0,51	-0,01	-1,33	0,80	0,91
Consultation en 2013	0,31	0,35	-0,04	-8,24	0,29	0,29	0,01	1,46	0,04	0,90
Consultation en 2014	0,16	0,12	0,04	10,81	0,11	0,11	-0,01	-2,12	0,01	0,85
Commune rurale	0,24	0,20	0,04	10,01	0,25	0,24	0,01	3,08	0,02	0,79
Unité urbaine < 5000 habitants	0,05	0,04	0,01	3,76	0,07	0,04	0,03	11,85	0,36	0,31
Unité urbaine de 5000-9999 habitants	0,07	0,06	0,01	3,79	0,04	0,05	-0,01	-6,30	0,36	0,59
Unité urbaine de 10 000-19 999 habitants	0,06	0,05	0,01	2,91	0,03	0,02	0,01	8,26	0,48	0,48
Unité urbaine de 20 000-49 999 habitants	0,05	0,06	-0,01	-4,17	0,07	0,07	0,01	2,60	0,30	0,82
Unité urbaine de 50 000-99 999 habitants	0,06	0,06	0,01	2,53	0,07	0,07	0,01	2,60	0,54	0,82
Unité urbaine de 100 000-199 999 habitants	0,07	0,07	0,00	-0,60	0,06	0,05	0,01	2,87	0,88	0,80
Unité urbaine de 200 000- 1 000 000 habitants	0,31	0,34	-0,03	-6,32	0,33	0,33	0,01	1,41	0,12	0,90
Unité urbaine de Paris	0,10	0,13	-0,03	-9,62	0,07	0,13	-0,07	-22,29	0,02	0,06
Chômeur	0,03	0,03	0,00	0,72	0,03	0,03	-0,01	-3,90	0,86	0,74
Retraité	0,46	0,53	-0,07	-13,05	0,53	0,53	-0,01	-1,33	0,00	0,91
Employé	0,11	0,11	-0,01	-1,98	0,10	0,09	0,01	2,25	0,63	0,85

Profession intermédiaire	0,13	0,13	0,00	0,97	0,16	0,12	0,04	11,51	0,81	0,32
Cadre et profession intellectuelle supérieure	0,21	0,15	0,07	16,95	0,17	0,21	-0,03	-8,48	<0,0001	0,46
Jamais employé	0,01	0,01	-0,01	-7,36	0,00	0,01	-0,01	-16,39	0,07	0,16
Indépendant	0,01	0,02	0,00	-3,40	0,01	0,00	0,01	16,39	0,40	0,16
Sexe	0,73	0,61	0,12	26,36	0,68	0,72	-0,04	-8,71	<0,0001	0,45
Age au moment du FFQ bio (années)	57,43	58,06	-0,63	-5,02	58,35	58,71	-0,36	-2,92	0,22	0,80
Energie (kcal/j)	2017,10	2035,20	-18,06	-2,96	1994,90	1926,60	68,32	11,74	0,47	0,31
IMC (kg/m ²)	23,62	25,06	-1,44	-34,21	24,19	24,18	0,01	0,21	<0,0001	0,99
Légumes (g/j)	327,30	243,60	83,74	43,78	275,00	277,60	-2,64	-1,46	<0,0001	0,90
Volaille (g/j)	16,80	23,02	-6,22	-28,38	19,40	20,38	-0,98	-5,37	<0,0001	0,64
Pain (g/j)	92,87	99,15	-6,28	-8,82	98,06	95,22	2,84	4,09	0,03	0,72
Beurre (g/j)	5,51	7,69	-2,18	-31,45	6,88	6,76	0,13	1,90	<0,0001	0,87
Snacks (g/j)	12,94	8,38	4,56	30,94	11,16	9,27	1,89	11,84	<0,0001	0,31
Soupes (g/j)	109,20	77,74	31,44	28,92	89,30	89,23	0,08	0,08	<0,0001	0,99
Œufs (g/j)	12,69	10,70	1,99	17,42	11,23	10,92	0,31	2,69	<0,0001	0,82
Féculents (g/j)	71,81	78,32	-6,51	-10,23	70,90	72,46	-1,56	-2,56	0,01	0,83
Produits complets (g/j)	26,23	6,33	19,89	68,53	13,01	14,12	-1,11	-4,36	<0,0001	0,71
Biscuits (g/j)	7,12	10,64	-3,52	-21,37	8,41	7,74	0,67	5,09	<0,0001	0,66
Graines et oléagineux (g/j)	6,98	1,59	5,39	60,39	2,86	2,97	-0,11	-1,79	<0,0001	0,88
Fruits (g/j)	347,80	256,30	91,42	34,61	311,50	308,90	2,62	0,99	<0,0001	0,93
Lait (g/j)	38,78	68,45	-29,67	-23,16	59,24	66,26	-7,02	-4,94	<0,0001	0,67
Huile (g/j)	24,44	17,88	6,56	41,33	21,95	20,24	1,71	10,53	<0,0001	0,36
Boissons non alcoolisées (g/j)	838,10	784,50	53,56	11,46	793,40	866,60	-73,19	-14,57	0,01	0,21
Matières grasses (g/j)	3,21	3,46	-0,25	-4,19	3,02	3,22	-0,20	-4,52	0,30	0,70
Produits sucrés (g/j)	49,77	50,45	-0,68	-1,71	52,98	48,08	4,91	13,04	0,68	0,26
Substituts de produits laitiers (g/j)	59,43	5,44	53,98	56,72	10,90	16,19	-5,29	-10,86	<0,0001	0,35
Jus de fruit (g/j)	79,71	79,99	-0,27	-0,24	72,01	78,03	-6,02	-5,89	0,95	0,61

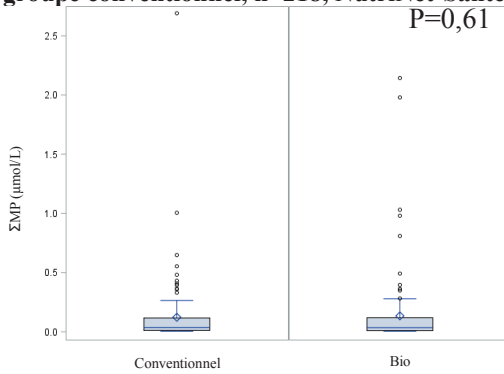
Produits laitiers (g/j)	119,20	155,10	-35,88	-28,29	126,30	146,60	-20,36	-17,93	<0,0001	0,12
Plats composés (g/j)	28,90	33,91	-5,01	-15,36	34,56	28,22	6,34	24,29	0,00	0,04
Légumineuses (g/j)	24,03	12,07	11,97	40,06	17,32	15,35	1,96	7,40	<0,0001	0,52
Fruits à coque (g/j)	6,18	2,70	3,48	45,25	3,89	4,38	-0,49	-6,29	<0,0001	0,59
Fromages (g/j)	35,97	43,54	-7,58	-18,23	38,63	39,51	-0,88	-2,31	<0,0001	0,84
Sodas (g/j)	17,05	49,89	-32,84	-35,59	18,89	19,11	-0,22	-0,47	<0,0001	0,97
Substituts de viande (g/j)	11,32	0,80	10,52	46,77	2,27	1,58	0,69	9,41	<0,0001	0,42
Eau (g/j)	861,40	847,80	13,56	2,62	838,00	816,70	21,32	4,74	0,52	0,68
Produits de la mer (g/j)	46,67	48,82	-2,15	-5,31	47,23	47,56	-0,33	-0,81	0,19	0,94
Desserts lactés (g/j)	7,57	13,30	-5,74	-25,73	9,28	9,44	-0,16	-0,89	<0,0001	0,94
Viande (g/j)	43,31	73,99	-30,69	-57,97	60,30	52,89	7,41	17,05	<0,0001	0,14
Pommes de terre (g/j)	20,40	23,36	-2,96	-13,28	22,46	21,93	0,53	2,40	0,00	0,84
Charcuterie (g/j)	20,67	34,85	-14,18	-54,73	29,12	25,37	3,75	17,34	<0,0001	0,13
Vinaigrette (g/j)	6,02	7,47	-1,45	-17,96	6,71	6,16	0,54	9,01	<0,0001	0,44
Alcool (g/j)	95,03	131,00	-35,93	-22,78	108,50	90,13	18,35	15,34	<0,0001	0,19
mPNNS-GS (/13,5)	8,94	8,24	0,70	40,02	8,73	8,73	-0,01	-0,40	<0,0001	0,97

Annexe 7 : Distribution des sommes molaires des Σ EP, Σ MP et des Σ DAP selon le groupe *bio* et *conventionnel*, n=218, NutriNet-Santé

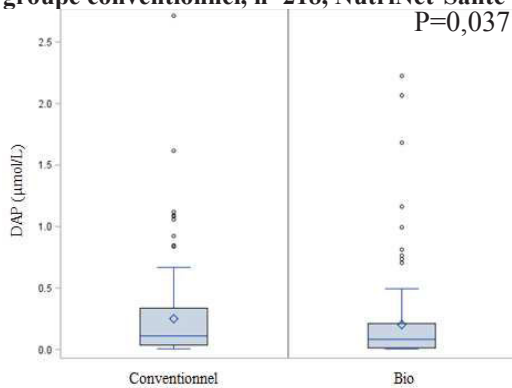
Σ EP selon le groupe *bio* ou *conventionnel* après le changement de seuil concernant la part de bio dans le régime du groupe conventionnel, n=218, NutriNet-Santé



Σ MP selon le groupe *bio* ou *conventionnel* après le changement de seuil pour la part de bio dans le régime du groupe conventionnel, n=218, NutriNet-Santé



Σ DAP selon le groupe *bio* ou *conventionnel* après le changement de seuil pour la part de bio dans le régime du groupe conventionnel, n=218, NutriNet-Santé



RESUME

La consommation d'aliments biologiques et sa part relative dans le régime alimentaire n'ont été que peu étudiées. De même, les profils nutritionnels et de santé, les motivations et les pratiques de tels consommateurs ne sont que rarement décrits. L'objectif de cette thèse était d'étudier et de caractériser les profils des consommateurs de produits issus de l'agriculture biologique sur le plan nutritionnel, de la santé et des pratiques. Les données de la cohorte NutriNet-Santé incluant des adultes français ont été exploitées. Les résultats de cette thèse ont montré qu'une forte consommation de produits bio était associée à une meilleure qualité nutritionnelle globale du régime. Le régime des très forts consommateurs de bio était ainsi souvent caractérisé par une place importante donnée aux produits végétaux et aux produits complets en particulier. La mise en œuvre d'une analyse typologique a mis en évidence une diversité de profils des consommateurs sur le plan nutritionnel d'une part et sur les modes de production d'autre part. Ces différents profils de consommateurs étaient marqués par des différences sur le plan des caractéristiques sociodémographiques, des modes de vie, des pratiques d'achat et des motivations d'achat. Par ailleurs, la probabilité de présenter le syndrome métabolique était plus faible chez les forts consommateurs de bio comparés aux faibles consommateurs. L'étude cas-témoins a montré chez les forts consommateurs de bio une teneur significativement plus faible de certains résidus de pesticides dans les urines (2-(diéthylamino)-6-méthylpyrimidin-4-ol/one total, en DETP et DMTP et en 3-PBA). Les conclusions des premières analyses transversales sur les marqueurs de santé restent à confirmer dans des études prospectives. L'ensemble de ces travaux souligne la nécessité de considérer toutes les dimensions de l'alimentation (structure du régime et mode de production bio ou conventionnel) dans les futures études sur les potentiels effets de la consommation de bio sur la santé. Ces résultats plaident également pour l'intégration d'une diversité de profils de consommateurs lors de l'élaboration de stratégies visant à encourager les consommations alimentaires durables.

Mots-clés : consommation de bio, consommateurs de bio, apports nutritionnels, profils de consommateurs, motivations d'achat, qualité du régime, états de santé, pesticides dans les urines

Discipline : Epidémiologie, Santé Publique

Laboratoire d'accueil : Equipe de Recherche en Epidémiologie Nutritionnelle (EREN) Centre de Recherche Epidémiologie et Statistique Sorbonne Paris Cité (CRESS-UMR1153) U1153 Inserm/U1125 Inra/Cnam/Université Paris 13, 74 rue Marcel Cachin, 93017 Bobigny, France

ABSTRACT

Title: Consumption of organic foods in the French cohort NutriNet-Santé

Few data are available regarding the contribution of organic foods to the diet. In addition, dietary patterns, nutritional and health status of organic food consumers have rarely been described. The objective of this thesis was to study the characteristics of different groups of organic food consumers in terms of nutritional intakes, health status and practices. Data of the cohort NutriNet-Santé including French adults were analysed. The results showed strong dietary behaviour correlates associated with high organic food consumption. Higher levels of organic food consumption were related to healthier dietary patterns. Dietary patterns of high organic food consumers were characterised by high consumption of plant-based products, and wholegrain products in particular. A cluster analysis has underlined a diversity of profiles of consumers in terms of dietary patterns and mode of food production. Disparities in sociodemographic and lifestyle patterns were observed across clusters. Furthermore, the probability of having the metabolic syndrome was lower among high organic food consumers. The case-control study showed significantly lower levels of some pesticide residues (2-(diethylamino)-6-methylpyrimidin-4-ol/one total, DETP, DMTP and 3-PBA) among high organic food consumers compared to low organic food consumers. Prospective studies are needed to confirm these findings. To accurately assess potential effects of consumption of organic products, future etiological studies need to take into consideration all components of the diet (dietary patterns as well as level of organic food consumption in the diet). These results highlight the importance of the integration of a diversity of consumers' profiles when developing strategies aimed at promoting sustainable food practices.

Keywords: organic food consumption, organic food consumers, nutritional intakes, profiles of consumers, food choice motives, dietary quality, health status, urinary pesticide metabolites