HAL
open science

Comportement alimentaire, activité physique, sédentarité et inégalités sociales de santé à l'adolescence

Florian Manneville

To cite this version:

Florian Manneville. Comportement alimentaire, activité physique, sédentarité et inégalités sociales de santé à l'adolescence. Santé publique et épidémiologie. Université de Lorraine, 2020. Français. NNT : 2020LORR0128 . tel-03051590

HAL Id: tel-03051590

https://hal.univ-lorraine.fr/tel-03051590

Submitted on 10 Dec 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4
Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10
http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php
http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm

Ecole Doctorale BioSE (Biologie-Santé-Environnement)

Thèse

Présentée et soutenue publiquement pour l'obtention du titre de

DOCTEUR DE l'UNIVERSITE DE LORRAINE

Mention : « Sciences de la Vie et de la Santé »

par **Florian MANNEVILLE**

Comportement alimentaire, activité physique, sédentarité et inégalités sociales de santé à l'adolescence

Le 30 septembre 2020

Membres du jury :

Rapporteures :	**Madame Chantal JULIA**	PU-PH, UMR U1153 Inserm /U1125 Inra/ Cnam/ Université Paris 13, Paris
	Madame Michelle KELLY-IRVING	CR, UMR 1027, Inserm, Université de Toulouse, Toulouse
Examinateurs :	**Monsieur Bruno CHENUEL**	PU-PH, CUMSAPA, CHRU de Nancy, Vandœuvre-Lès-Nancy
	Madame Sandrine LIORET	CR, UMR 1153, Inserm, Université de Paris, Paris
	Monsieur Francis GUILLEMIN	PU-PH, EA 4360 APEMAC, Université de Lorraine, Nancy, **directeur de thèse**
	Monsieur Abdou Yacoubou OMOROU	AHU, EA 4360 APEMAC, Université de Lorraine, Nancy, **co-directeur de thèse**
Membre invité :	**Monsieur Serge BRIANÇON**	PE, EA 4360 APEMAC, Université de Lorraine, Nancy

---

EA 4360 APEMAC « Adaptation, mesure et évaluation en santé. Approches interdisciplinaires »
Faculté de Médecine de Nancy, Université de Lorraine, 9 avenue de la Forêt de Haye, CS 50184, 54505, Vandœuvre-lès-Nancy Cedex

Cette thèse a été préparée dans le cadre du Réseau doctoral en santé publique animé par l'EHESP et a obtenu le label de l'Institut Inter-Régional de Santé Publique du GRAND-EST (IRéSaP)

Remerciements

Le travail accompli au cours des trois dernières années n'étant pas le fruit d'une réalisation individuelle, il est naturel de remercier tous ceux qui y ont contribué directement ou indirectement.

Au **Professeur Francis Guillemin**, pour la confiance accordée en m'ayant accueilli au sein de votre laboratoire et en dirigeant ce travail, pour votre bienveillance et vos conseils qui ont toujours été d'une aide précieuse. Je vous remercie également de m'avoir permis de saisir les opportunités qui rendent réalisables des projets professionnels et personnels. Soyez assurés de ma profonde gratitude.

Au **Docteur Abdou Omorou**, pour ta disponibilité, ta pédagogie et ton expertise méthodologique dont je bénéficie depuis quatre années que tu diriges mon travail. Merci également pour ta confiance accordée en m'intégrant dans divers travaux de recherche et d'encadrement. Je t'en suis extrêmement reconnaissant.

Aux **membres du jury**, pour l'honneur que vous me faites en acceptant d'évaluer ce travail. Au **Docteur Michelle Kelly-Irving** et au **Professeur Chantal Julia** pour avoir accepté le rôle de rapporteure. Au **Docteur Sandrine Lioret** et aux **Professeurs Serge Briançon** et **Bruno Chenuel** pour avoir accepté d'examiner mon travail. Vos regards critiques sauront enrichir cet accomplissement.

Aux **membres du comité de suivi**, le **Docteur Sandrine Lioret** et le **Professeur Bruno Chenuel**, pour avoir suivi l'évolution de mon travail durant ces trois années de thèse.

A **tous ceux qui ont participé, de quelque manière que ce soit, à la réalisation des essais PRALIMAP et PRALIMAP-INES**. Sans eux, ce travail n'aurait pas pu être accompli.

A **tout le personnel de l'Ecole de Santé Publique** et du **Centre d'Investigation Clinique – Epidémiologie Clinique**, pour votre accueil, votre gentillesse et nos moments de convivialité.

A **Maud**, mon ex-colocataire du bureau 258 pour tes conseils et tes cours de chant pas toujours concluant (j'avoue ne pas avoir été un très bon élève…).

Au **réseau doctoral de l'Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique** et à l'**Institut Inter-Régional de Santé Publique**, pour m'avoir permis de découvrir un peu plus le caractère interdisciplinaire de la Santé Publique.

A **ma famille** et **ma belle-famille**, vous qui avez toujours cru en moi et soutenu.

A **mon frère**, qui a toujours été là pour moi et sur qui j'ai toujours pu compter.

A **ma sœur**, pour te rappeler que rien n'est impossible à force d'obstination.

A **ma mère**, tes encouragements et tes sacrifices ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Tu as été un des piliers de ma réussite, sans toi rien n'aurait été possible. Que ce travail soit un motif de fierté pour toi.

A **ma femme Anaëlle**, pour ton soutien sans faille, ta présence et ton grain de folie. Tu as accepté mes choix durant ces trois dernières années et je t'en serai éternellement reconnaissant. Puisse ce travail témoigner de mon amour inconditionnel pour toi.

A **tous ceux que j'aurais malencontreusement oubliés**.

Table des matières

Tableaux 8

Figures 9

Publications 11

Communications 12

Abréviations 14

Introduction 15

1. Partie 1 : Concepts, mesures et contexte 18
   1.1. Inégalités sociales de santé 18
      1.1.1. Définitions 18
         1.1.1.1. Inégalités sociales de santé 18
         1.1.1.2. Gradient social de santé 20
      1.1.2. Approches interventionnelles et inégalités sociales de santé 21
   1.2. Modes de vie 24
      1.2.1. Définition de l'activité physique, du comportement sédentaire et du comportement alimentaire 25
      1.2.2. Mesures de l'activité physique, du comportement sédentaire et du comportement alimentaire 27
         1.2.2.1. Indicateurs 27
         1.2.2.2. Outils 30
         1.2.2.3. Recommandations internationales et nationales 32
      1.2.3. Adolescence et modes de vie 34
   1.3. Le surpoids et l'obésité chez les adolescents 35
      1.3.1. Définition du surpoids et de l'obésité 35
      1.3.2. Mesure du surpoids et de l'obésité 35
   1.4. Contexte 39
      1.4.1. Activité physique, comportement sédentaire et comportement alimentaire chez les adolescents 39
      1.4.2. Inégalités sociales de santé chez les adolescents 46
      1.4.3. Modes de vie et inégalités sociales de santé chez les adolescents 47
2. Partie 2 : Présentation des essais PRALIMAP et PRALIMAP-INES 53

2.1. Essai de prévention PRALIMAP 53
2.1.1. Rationnel 53
2.1.2. Objectifs 54
2.1.3. Type d'étude et échantillon 54
2.1.4. Stratégies d'intervention 57
2.1.5. Recueil des données et mesures 58
2.1.6. Résultats principaux 59
2.2. Essai de prévention PRALIMAP-INÈS 60
2.2.1. Rationnel 60
2.2.2. Objectifs 60
2.2.3. Échantillon et type d'étude 61
2.2.4. Stratégies d'intervention 64
2.2.5. Recueil des données et mesures 66
2.2.6. Résultats principaux 68
3. Partie 3 : Axes de recherche 69
3.1. Axe 1 : Description des modes de vie et répartition en fonction du milieu social des adolescents 69
3.1.1. Étude du gradient social d'activité physique, de comportement sédentaire et de corpulence chez des adolescents en situation de surpoids ou d'obésité 69
3.1.1.1. Contexte 69
3.1.1.2. Méthodes 70
3.1.1.3. Résultats 70
3.1.1.4. Article 71
3.1.2. Identification de profils de comportements nutritionnels et de leurs évolutions chez les adolescents ayant participé à l'essai PRALIMAP 80
3.1.2.1. Contexte 80
3.1.2.2. Méthodes 80
3.1.2.3. Résultats 80
3.1.2.4. Article 82
3.2. Axe 2 : Efficacité d'une intervention de santé publique sur la réduction des inégalités sociales de santé 117
3.2.1. Impact de l'intervention universelle PRALIMAP sur la réduction des inégalités sociales de corpulence chez les adolescents 118

3.2.1.1. Contexte 118
3.2.1.2. Méthodes 118
3.2.1.3. Résultats 119
3.2.1.4. Article 119
3.2.2. Divergences entre l'évolution de la satisfaction corporelle et l'évolution de la corpulence chez les adolescents : caractéristiques sociodémographiques associées .. 129
3.2.2.1. Contexte 129
3.2.2.2. Méthodes 129
3.2.2.3. Résultats 130
3.2.2.4. Article 130
3.3. Axe 3 : Effets médiateurs des modes de vie sur les inégalités sociales de santé . 159
3.3.1. Effets médiateurs des modes de vie sur les inégalités sociales de corpulence à l'adolescence 159
3.3.1.1. Contexte 159
3.3.1.2. Méthodes 160
3.3.1.3. Résultats préliminaires 163
3.3.2. Effets médiateurs des modes de vie sur les inégalités sociales de qualité de vie à l'adolescence 170
3.3.2.1. Contexte 170
3.3.2.2. Méthodes 170
3.3.2.3. Résultats préliminaires 173
4. Partie 4 : Discussion 184
4.1. Synthèse des résultats 184
4.1.1. Axe 1 : Description des modes de vie et répartition en fonction du milieu social des adolescents 184
4.1.2. Axe 2 : Efficacité d'une intervention de santé publique sur la réduction des inégalités sociales de santé 185
4.1.3. Axe 3 : Effets médiateurs des modes de vie sur les inégalités sociales de santé 186
4.2. Forces et limites 188
4.2.1. Forces 188
4.2.2. Limites 189
5. Partie 5 : Perspectives 191
5.1. Perspectives de recherche 191

5.1.1. Tempérament lié au comportement alimentaire, à la pratique d'activité physique et au comportement sédentaire, et statut socioéconomique 191

5.1.2. Efficacité à long-terme des interventions de réduction des inégalités sociales de corpulence 192

5.1.3. Crise du coronavirus, modes de vie et inégalités sociales de santé 192

5.2. Perspective de santé publique 193

5.2.1. L'approche « *lifecourse* » pour réduire les inégalités sociales de santé tout au long de la vie 193

5.2.2. Agir sur les « causes des causes » des inégalités sociales de santé 194

Conclusion 196

Références 197

Annexes 210

Tableaux

Tableau 1 : Description des caractéristiques sociodémographiques, de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et de corpulence des adolescents (n=3501) 166

Tableau 2 : Associations entre le SSE, le sexe, l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et la corpulence à T2 (n=3501) 167

Tableau 3 : Associations entre le SSE, le sexe et l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années (n=3501) 168

Tableau 4: Effets de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années dans l'association entre le SSE, le sexe et le ΔIMC p95 à T2 (n=3501) 169

Tableau 5 : Description des caractéristiques sociodémographiques, de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et de la qualité de vie des adolescents (n=3562) 176

Tableau 6 : Associations entre le statut socioéconomique, le sexe, l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et le fait d'avoir un score de qualité de vie supérieur ou égal à la référence nationale (n=3562) 177

Tableau 7 : Associations entre le statut socioéconomique et l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années (n=3562) 178

Tableau 8 : Effets de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années dans l'association entre le statut socioéconomique, le sexe et la dimension physique de la qualité de vie des adolescents (n=3562) 179

Tableau 9 : Effets de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années dans l'association entre le statut socioéconomique, le sexe et la dimension mentale de la qualité de vie des adolescents (n=3562) 180

Tableau 10 : Effets de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années dans l'association entre le statut socioéconomique, le sexe et la dimension sociale de la qualité de vie des adolescents (n=3562) 181

Tableau 11 : Effets de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années dans l'association entre le statut socioéconomique, le sexe et la dimension générale de la qualité de vie des adolescents (n=3562) 182

Figures

Figure 1 : Cadre conceptuel de la commission des déterminants sociaux de la santé 20

Figure 2 : Représentation graphique du gradient social de santé 21

Figure 3 : Approche universelle 22

Figure 4 : Approche ciblée 23

Figure 5 : Approche universelle et proportionnée 23

Figure 6 : Impact de trois approches interventionnelles sur les inégalités sociales de corpulence 24

Figure 7 : Distinction entre activité physique, comportement sédentaire et inactivité physique 26

Figure 8 : Cadre conceptuel du comportement alimentaire 27

Figure 9 : Recommandations du PNNS sur l'activité physique, le comportement sédentaire et l'alimentation 34

Figure 10 : Seuils de surpoids et d'obésité chez les filles et les garçons selon les valeurs références de l'IOTF et de Rolland Cachera 38

Figure 11 : Prévalence des adolescents âgés de 11 à 17 ans n'atteignant pas les recommandations d'activité physique dans le monde en (a) 2001 et (b) 2016 40

Figure 12 : Prévalence des garçons et filles de 15 à 17 ans n'atteignant pas les recommandations de pratique d'activité physique en 2006 et 2015 en France 41

Figure 13 : Prévalence des garçons et filles de 15 à 17 ans passant au moins deux heures par jour (hors week-end) (a) à regarder la télévision ou (b) à utiliser un ordinateur de 2002 à 2014 en Europe 42

Figure 14 : Prévalence des garçons et filles de 15 à 17 ans passant plus de trois heures devant les écrans hors week-end en 2006 et 2015 en France 43

Figure 15 : Répartition des quantités consommées d'aliments (% de la quantité totale d'aliments consommés), chez les adolescents de 11 à 17 ans 45

Figure 16 : Répartition des quantités consommées de boissons (% de la quantité totale de boissons consommées), chez les adolescents de 11 à 17 ans 45

Figure 17 : Distribution du surpoids (obésité incluse) des enfants et adolescents de 6 à 17 ans selon le sexe, et le diplôme du chef de famille en 2006 et 2015 47

Figure 18 : Schéma illustratif des trois axes abordés dans les travaux de cette thèse 52

Figure 19 : Diagramme de Flux de l'attribution des stratégies d'intervention aux lycées dans l'essai PRALIMAP 56

Figure 20 : Calendrier de l'essai PRALIMAP 58

Figure 21 : Diagramme de flux de l'essai PRALIMAP-INES 63

Figure 22 : Calendrier de l'essai PRALIMAP-INES 67

Figure 23 : Schéma illustratif du premier axe de la thèse 69

Figure 24 : Schéma illustratif du deuxième axe de la thèse 117

Figure 25 : Schéma illustratif du troisième axe de la thèse 159

Figure 26 : Représentation graphique des associations testées entre le SSE/ le sexe, l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et la corpulence à T2 162

Figure 27 : Représentation graphique du processus de médiation entre le SSE/ le sexe, l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et la corpulence à T2 . 163

Figure 28 : Représentation graphique des associations testées entre le SSE/ le sexe, l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et la qualité de vie à T2 171

Figure 29 : Représentation graphique du processus de médiation entre le SSE/ le sexe, l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et la qualité de vie à T2 172

Publications

Articles publiés

Omorou AY, **Manneville F**, Langlois J, Legrand K, Böhme P, Muller L, Guillemin F, Briançon S, Lecomte E. **Physical activity rather than sedentary behaviour is socially determined in French adolescents with overweight and obesity**. *Preventive Medicine*. 2020;134:106043

Manneville F, Omorou AY, Legrand K, Langlois J, Lecomte E, Guillemin F, Briançon S. **Universal School-Based Intervention Does Not Reduce Socioeconomic Inequalities in Weight Status among Adolescents**. *Childhood Obesity*. 2019;15(8):532‑40

Articles soumis

Dakin M, **Manneville F**, Langlois J, Legrand K, Lecomte E, Briançon S, Omorou AY. **Longitudinal patterns of nutritional behaviours in adolescence: a latent transition analysis**. *British Journal of Nutrition*. [soumis].

Manneville F, Omorou AY, Legrand K, Lecomte E, Rydberg JA, Briançon S, Guillemin F. **Sociodemographic factors associated with discrepancy between body satisfaction and weight change among adolescents**. *European Journal of Public Health*. [soumis].

Articles en préparation

Manneville F, Langlois J, Briançon S, Legrand K, Lecomte E, Guillemin F, Omorou AY. **Nutritional behaviors and social inequalities in weight: a mediation analysis**.

Manneville F, Briançon S, Legrand K, Langlois J, Lecomte E, Omorou AY, Guillemin F. **Mediating effects of nutritional behaviors on social inequalities in quality of life among adolescents**.

Communications

Orales

Manneville F, Omorou AY, Legrand K, Langlois J, Lecomte E, Guillemin F et Briançon S. **Inégalités sociales de corpulence à l'adolescence : Impact d'une intervention universelle**. Douzième édition de la Journée de la Recherche Hospitalo-Universitaire : « Ma recherche en 300 secondes ». Nancy, France, 02-2019. http://recherche.chru-nancy.fr/index.php/ma-recherche-en-300-secondes

Manneville F, Omorou AY, Legrand K, Langlois J, Lecomte E, Guillemin F, Briançon S. **Une intervention universelle permet-elle de réduire les inégalités sociales de corpulence chez les adolescents ? L'expérience de l'essai PRALIMAP**. Treizièmes conférences francophones d'Epidémiologie clinique (EPICLIN2019) et 26èmes journées des statisticiens des CLCC. Toulouse, France, 05-2019. https://doi.org/10.1016/j.respe.2019.03.112

Manneville F, Omorou AY, Legrand K, Lecomte E, Rydberg JA, Briançon S, Guillemin F**. Divergences entre l'évolution de l'image corporelle et l'évolution de la corpulence chez les adolescents : caractéristiques sociodémographiques associées.** Journées Francophones de Nutrition. Rennes, France, 11-2019.

Manneville F, Omorou AY, Legrand K, Lecomte E, Rydberg JA, Briançon S, Guillemin F**. Divergences entre l'évolution de l'image corporelle et l'évolution de la corpulence chez les adolescents : caractéristiques sociodémographiques associées**. Rencontres scientifiques du réseau doctoral de l'EHESP, Marseille, France, 03-2020.

Affichées

Manneville F, Omorou AY, Legrand K, Langlois J, Lecomte E, Guillemin F, Briançon S. **A universal school-based intervention does not reduce socioeconomic inequalities in weight**

status among adolescents. Rencontres scientifiques du réseau doctoral de l'EHESP, Paris, France, 03-2019.

Manneville F, Omorou AY, Legrand K, Langlois J, Lecomte E, Guillemin F, Briançon S. **A universal school-based intervention does not reduce socioeconomic inequalities in weight status among adolescents**. Journée Scientifique de l'ED BioSE, Nancy, France, 03-2019.

Abréviations

BMB : Boire Manger Bouger

EAT : Eating Attitute Test

ENNS : Etude Nationale Nutrition Santé

Esteban : Etude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition

FAS : Family Affluence Scale

HAD : Hospital Anxiety and Depression

HBSC : Health Behaviour among Scool-aged Children

IC : Intervalle de confiance

IMC : Indice de Masse Corporelle

INCA : Individuelle Nationale sur les Consommations Alimentaires

IOTF : International Obesity Task Force

IPAQ : International Physical Activity Questionnaire

ISS : Inégalités Sociales de Santé

MET : Metabolic Equivalent of Task

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OR : Odds Ratio

PNNS : Programme National Nutrition Santé

PRALIMAP : Promotion de l'ALIMentation et de l'Activité Physique

PRALIMAP-INES : Promotion de l'ALIMentation et de l'Activité Physique – INEgalités de Santé

SSE : Statut Socio-Economique

Introduction

En France comme dans d'autres pays, il existe de fortes inégalités sociales de santé (ISS) avec des différences de morbidité et de mortalité selon le statut socioéconomique (SSE) des individus. Par exemple en France, à 35 ans, les cadres supérieurs ont une espérance de vie supérieure de 6 ans par rapport aux ouvriers (1). Les ISS pourraient être causées par une inégale répartition des modes de vie en fonction du SSE (2). Le fait d'agir sur les comportements pourrait donc être un moyen de réduire les ISS.

L'activité physique, le comportement sédentaire, le comportement alimentaire font partie des modes de vie des individus et sont des déterminants importants de la santé (3–8). Une récente étude a mis en évidence que 32% des décès en Europe de l'ouest étaient attribuables au comportement alimentaire (6). Dans leur revue systématique, Janssen et al. ont montré que chez les enfants et adolescents âgés de 5 à 17 ans, la pratique d'activité physique était associée à de nombreux bénéfices pour la santé comme la prévention de la dyslipidémie, de l'hypertension artérielle, du surpoids et de l'obésité (4). Une relation dose-réponse entre l'activité physique et les bénéfices sur la santé a été mise en exergue : plus la pratique d'activité physique est importante, plus les bénéfices sont importants. De manière opposée, le comportement sédentaire a des effets délétères sur la santé chez les enfants et adolescents de 5 à 17 ans, avec des temps d'écrans fréquents et de longue durée associés à une mauvaise composition corporelle et une augmentation des risques cardiovasculaires (5).

Les ISS sont présentes à l'adolescence, et ce dans de multiples domaines comme la santé mentale, la qualité de vie et diverses affections (e.g. maux de tête, d'estomac, vertiges) (9–11). Également, des inégalités sociales de corpulence sont retrouvées à l'adolescence (12). On observe une diminution progressive de la corpulence (e.g. de la prévalence du surpoids et de l'obésité) avec l'augmentation du SSE (13). Les auteurs d'une revue de la littérature ont mis en

évidence que pour 60,4% des études incluses (sur un total de 158), une association inverse entre le SSE et le statut pondéral (i.e. les mesures de statut pondéral étaient les plus délétères pour la santé chez les individus de faible SSE, et l'inverse chez les individus de SSE élevés) était retrouvée (12). Dans une étude française, il a été montré que comparé à des adolescents issus de SSE élevé, ceux de faible SSE avaient une probabilité plus importante de 80% d'être en situation de surpoids (14). Plus récemment, une étude française nationale de santé publique a révélé que chez les adolescents de faible SSE, la prévalence du surpoids et de l'obésité était de 23,2%. La prévalence diminuait ensuite avec l'augmentation du SSE pour atteindre 8,9% chez les plus favorisés. (15).

La littérature fait le constat d'une persistance, voire d'une aggravation des ISS à l'adolescence (9,16–21). Les inégalités sociales de santé mentale tendent à stagner (16) alors que les inégalités sociales en termes de qualité de vie s'aggravent (9,21). De même, les inégalités sociales de corpulence s'accroissent. Malgré de récentes études qui témoignent d'une tendance à la stabilité de la prévalence du surpoids et de l'obésité chez les adolescents, elle continue d'augmenter chez les individus de plus faible SSE et résulte en une augmentation des inégalités sociales de corpulence (15,17–21).

L'adolescence, période de transition, présente plusieurs caractéristiques qui justifient un intérêt particulier en ce qui concerne les ISS et les modes de vie. Premièrement, l'état de santé des adolescents est un déterminant important de l'état de santé à l'âge adulte (22,23). Les ISS présentes à l'adolescence ont donc une forte probabilité de perdurer à l'âge adulte. Il a été montré que 47 % à 72 % des adolescents en situation d'obésité le reste à l'âge adulte (24). Deuxièmement, l'activité physique, le comportement sédentaire et le comportement alimentaire présents à l'adolescence tendent à être maintenus à l'âge adulte (25–30). Intervenir chez les adolescents peut permettre de les inciter à adopter de façon durable des modes de vie, spécifiquement des comportements, favorable à la santé et contribuer ainsi à réduire les ISS.

Cependant, les liens entre les modes de vie et les ISS de même que les interventions les plus efficaces pour réduire ces inégalités sont encore mal connus chez les adolescents.

1. Partie 1 : Concepts, mesures et contexte

1.1. Inégalités sociales de santé

1.1.1. Définitions

1.1.1.1. Inégalités sociales de santé

Les ISS peuvent être définies comme des différences systématiques dans le domaine de la santé, socialement produites (donc modifiables) et injustes (31). A travers cette définition, on distingue trois caractéristiques de ces différences d'état de santé :

- Systématiques : les différences de santé ne sont pas distribuées aléatoirement dans la population, mais au contraire suivent un schéma précis. Les individus avec un faible SSE présentent des taux de mortalité et de morbidité plus élevés que ceux ayant un SSE élevé.
- Socialement produites : plutôt que d'être d'origine biologique, la création des différences d'état de santé est d'origine sociale. Par exemple, aucune caractéristique biologique ne prédispose les individus de faible SSE à avoir une espérance de vie moins importante que ceux de SSE élevé.
- Injustes : les différences d'état de santé sont produites et maintenues par des agencements sociaux injustes. Plus précisément, l'espérance de vie devrait être la même pour tous les individus, peu importe leur SSE. Ainsi, si l'espérance de vie est moins importante chez les individus de faible SSE, comparés à ceux de SSE élevé, ce constat peut être considéré comme injuste. Ce caractère injuste des ISS est également en lien avec le droit à la santé déclaré dans la constitution de l'OMS. La possession du meilleur état de santé qu'il est capable d'atteindre constitue l'un des droits fondamentaux de tout

être humain, quelles que soit sa race, sa religion, ses opinions politiques, sa condition économique ou sociale (32).

Au regard de cette définition, on comprend que les ISS sont à distinguer des inégalités de santé, qui ne relèvent pas de justice sociale mais d'autres facteurs. Par exemple, les variations génétiques, de sexe et d'âge peuvent être associées à des différences d'état de santé entre les individus.

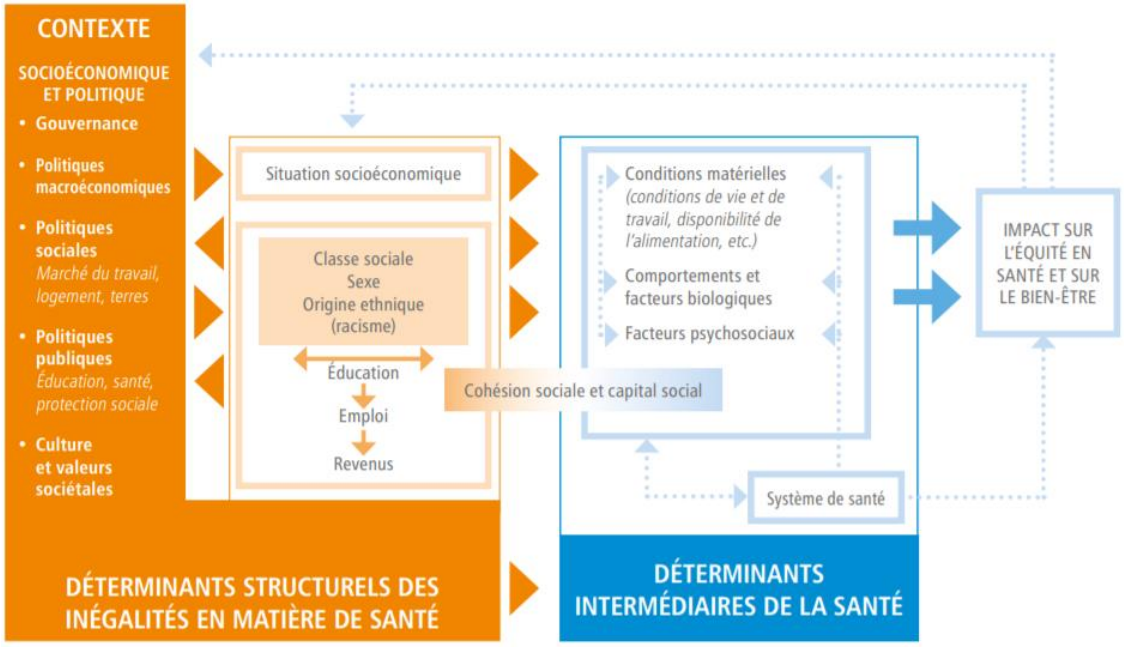
Bambra a proposé une théorie culturelle-comportementale pour expliquer les ISS (2). Le lien entre le SSE et la santé résulterait des différences entre les SSE en termes de comportements liés à la santé comme la pratique d'activité physique, le comportement sédentaire et le comportement alimentaire. De telles différences de comportements en matière de santé seraient elles-mêmes la conséquence d'un désavantage, et les comportements défavorables pourraient être culturellement plus acceptables au sein des individus avec un SSE plus faible.

Selon l'OMS, les déterminants sociaux de santé, par leurs inégales répartitions à travers les différents SSE, sont une des principales causes des ISS. Il s'agit des circonstances dans lesquelles les individus naissent, grandissent, vivent, travaillent et vieillissent ainsi que les systèmes mis en place pour faire face à la maladie (33). Ces circonstances qui reflètent des choix politiques, sociaux et économiques, dépendent de la répartition du pouvoir, de l'argent et des ressources dans la population. Un modèle descriptif de ces déterminants a été proposé dans le rapport de la Commission des déterminants sociaux de la santé (**Figure 1**) (34–36). Il est fondé sur les interactions des déterminants dits « structurels » des inégalités sociales de santé avec des déterminants dits « intermédiaires » de l'état de santé (37) :

- Les déterminants structurels sont les plus importants. Ce sont ceux qui génèrent une stratification au sein de la société comme la répartition des revenus, la discrimination en fonction du sexe, de l'appartenance ethnique ou d'un handicap, les structures

politiques et la gouvernance qui renforcent les inégalités en matière de pouvoir économique plutôt que de les réduire. Ces déterminants constituent la cause profonde des ISS et ont des répercussions différentes sur la santé des individus suivant leur SSE, à travers leur impact sur les déterminants intermédiaires.

- Les déterminants intermédiaires renvoient aux conditions matérielles (e.g. condition de vie et de travail, moyens financiers pour avoir une alimentation équilibrée, des vêtements chauds), aux comportements (e.g. comportement alimentaire, pratique d'activité physique et comportement sédentaire, qui ont une répartition socialement stratifiée), aux facteurs biologiques, ainsi qu'au rôle du système de soin.



Source : Solar and Irwin, 2010[6]

Figure 1 : Cadre conceptuel de la commission des déterminants sociaux de la santé

Source : Conférence mondiale sur les déterminants sociaux de la santé. Rio de Janeiro, Brésil : OMS, 2011 octobre, 56 p

1.1.1.2. Gradient social de santé

Les ISS se distribuent selon un gradient social appelé gradient social de santé. Le terme gradient renvoie à l'existence d'un continuum entre la fréquence d'un problème de santé (e.g. l'obésité) et une caractéristique (e.g. le SSE). Marmot définit le gradient social de santé comme une

diminution progressive ou linéaire de l'état de la santé avec l'augmentation du SSE (et pas uniquement un groupe socio-économique avec un mauvais état de santé et les autres groupes socio-économiques avec un état de santé raisonnablement bon) (31,38). En d'autres termes, les individus qui jouissent d'un SSE plus élevé ont un meilleur état de santé que ceux qui sont juste au-dessous et ainsi de suite jusqu'aux individus ayant le plus faible SSE (**Figure 2**).

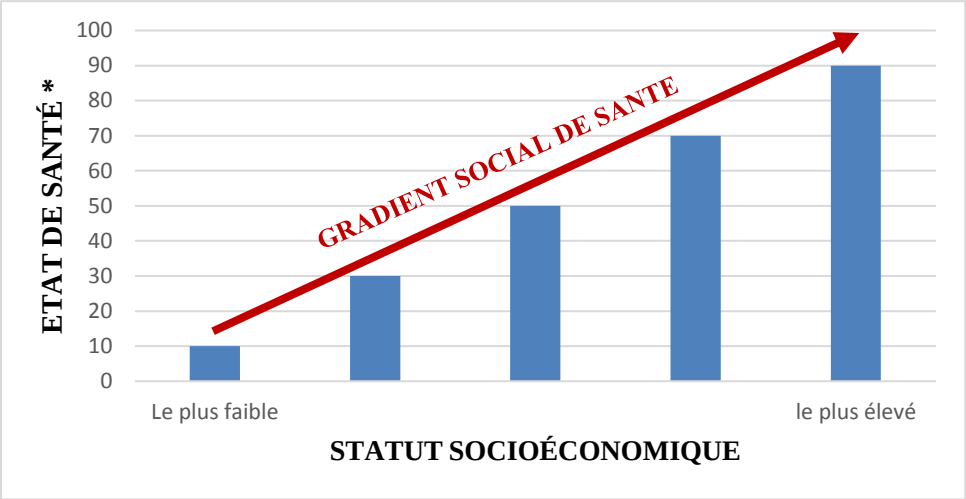


Figure 2 : Représentation graphique du gradient social de santé

** 0 et 100 correspondent respectivement au pire et meilleur état de santé possible*

1.1.2. Approches interventionnelles et inégalités sociales de santé

Plusieurs approches peuvent être adoptées pour améliorer l'état de santé d'une population. Ces approches peuvent avoir des impacts différents sur les ISS (31,39,40).

L'approche **universelle** consiste en une intervention qui s'applique à l'ensemble d'une population concernée, par exemple les adolescents (**Figure 3**) (39). Cette approche est fondée sur la certitude que chaque individu de la population a un accès égal aux services de base tels que l'éducation ou les soins de santé. Elle postule donc que chaque individu de la population d'intérêt bénéficiera de la même manière de l'intervention peu importe son SSE. Cependant une intervention qui applique une approche universelle pourrait avantager les individus qui ont

un SSE élevé et ne pas avoir d'effet chez ceux qui ont un faible SSE, donc aggraver les inégalités.

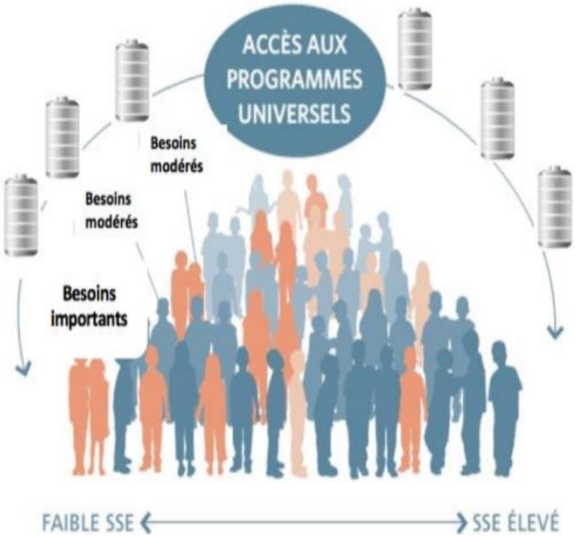


Figure 3 : Approche universelle

Source : « Le point Villes-Santé sur… » n°13 – Universalisme proportionné : lutte contre les inégalités sociales de santé dès la petite enfance. Réseau français des Villes-Santé de l'OMS. 2017.

L'approche **ciblée** vise à améliorer l'état de santé (e.g. la prévalence du surpoids et de l'obésité) de sous-groupes considérés comme prioritaires au sein de la population générale (**Figure 4**) (31,39). Les individus cibles de cette approche ont des besoins spécifiques et sont désignés en fonction de critères de sélection comme le SSE (i.e. les individus avec le SSE le plus faible sont ciblés). Cependant en ciblant uniquement l'évolution de la prévalence du surpoids et de l'obésité des individus avec le SSE le plus faible, l'approche ciblée ne prend pas en compte l'évolution observée chez les individus d'autres SSE. Ainsi, une diminution de la prévalence du surpoids et de l'obésité des individus avec le SSE le plus faible peut-être un résultat positif, mais l'écart de prévalence avec les individus de SSE plus élevé peut avoir augmenté, ce qui se traduirait par une aggravation des inégalités sociales de corpulence. L'approche ciblée ne s'attaque donc pas directement au gradient social de santé qui concerne tous les SSE.

Figure 4 : Approche ciblée

Source : « Le point Villes-Santé sur… » n°13 – Universalisme proportionné : lutte contre les inégalités sociales de santé dès la petite enfance. Réseau français des Villes-Santé de l'OMS. 2017.

L'approche **universelle et proportionnée** est destinée à l'ensemble de la population et donc tous les SSE, comme l'approche universelle, mais l'intensité et les modalités de l'intervention varient suivant les besoins des individus (**Figure 5**) (31,39). Le but est de rendre les actions mises en place plus accessibles à ceux qui en ont le plus besoin.

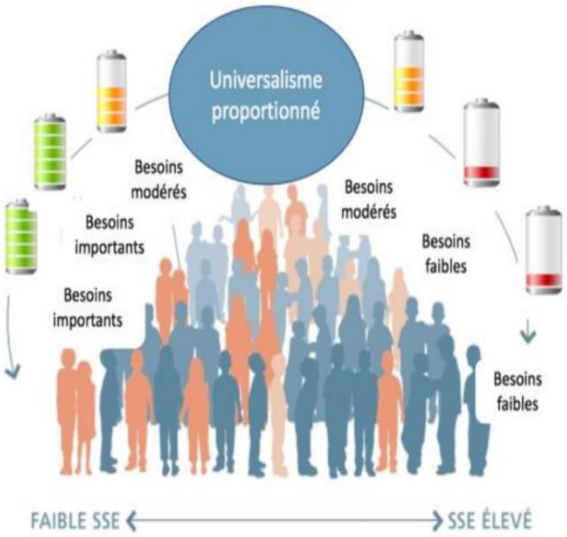


Figure 5 : Approche universelle et proportionnée

Source : « Le point Villes-Santé sur… » n°13 – Universalisme proportionné : lutte contre les inégalités sociales de santé dès la petite enfance. Réseau français des Villes-Santé de l'OMS. 2017.

La finalité de cette approche est d'améliorer l'état de santé de tous les individus, peu importe leur SSE, avec une évolution différentielle entre les SSE : la plus importante chez les individus avec le plus faible SSE et moins importante au fur et à mesure que le SSE est élevé. Cette approche permettrait de s'attaquer directement au gradient social de santé et de réduire les ISS. L'impact de trois de ces approches sur les ISS est représenté dans la **Figure 6** (41). La ligne rose correspond au gradient social de santé, la ligne bleue à l'approche universelle, la ligne orange à l'approche ciblée et la ligne verte à l'approche universelle et proportionnée.

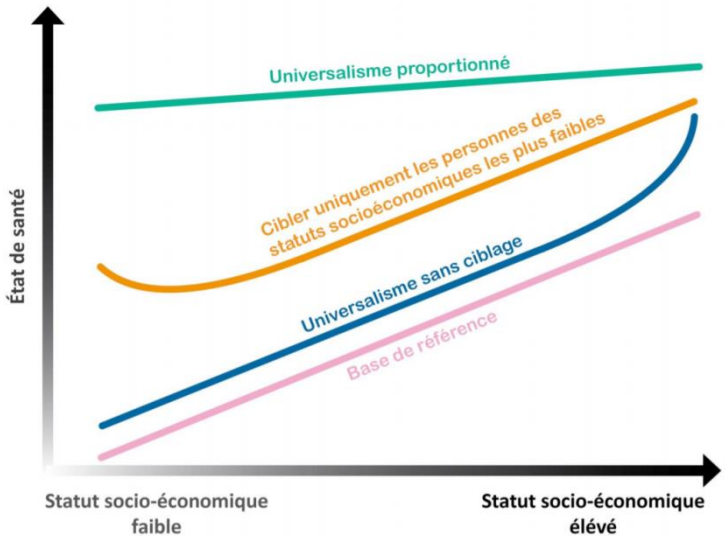


Figure 6 : Impact de trois approches interventionnelles sur les inégalités sociales de corpulence

Source : Christine Ferron. Propos introductif pédagogique pour expliciter le concept et le cadre des différentes stratégies d'interventions, dans lequel l'universalisme proportionné s'inscrit. Séminaire d'échanges entre acteurs « Partageons nos expériences pour agir sur les inégalités sociales de santé ». Mars 2015

Les différentes approches présentées peuvent être appliquées dans le cadre d'interventions qui visent à agir sur les modes de vie des adolescents pour réduire les ISS. Il convient donc de définir la notion de modes de vie.

1.2. Modes de vie

Les modes de vie peuvent être définis comme les conditions de vie, les comportements (e.g. l'activité physique, le comportement sédentaire et le comportement alimentaire) et les habitudes qui sont propres à une personne ou à un groupe de personnes (42,43).

1.2.1. Définition de l'activité physique, du comportement sédentaire et du comportement alimentaire

Activité physique

Selon Casperson et al. (44), l'activité physique est définie comme tout mouvement corporel produit par la contraction des muscles squelettiques et qui engendre une dépense énergétique supérieure au métabolisme basal. Il s'agit d'un phénomène complexe et multidimensionnel qui se caractérise par son type (quelle activité physique), sa durée (pendant combien de temps ; par exemple le nombre de minutes d'une séance d'activité physique), sa fréquence (quelle régularité ; par exemple le nombre de jours de pratique par semaine), son intensité (quel investissement physique et quelle dépense énergétique), et son contexte (quel environnement). Ainsi, l'activité physique inclut toutes les activités accomplies tout au long de la journée, à l'exception de rester assis ou couché. Par exemple les activités réalisées au travail, en effectuant des tâches ménagères, pour se déplacer, lors des loisirs (45–47).

Comportement sédentaire

En 2017, le « Sedentary Behavior Research Network », a proposé un consensus sur la définition du comportement sédentaire (48). Le comportement sédentaire est défini comme une situation d'éveil caractérisée par une dépense énergétique ≤ 1,5 équivalents métaboliques (MET, Metabolic Equivalent of Task), en position assise, inclinée ou couchée (Cf 1.2.2.1 pour la définition du MET). Selon sa définition, le comportement sédentaire correspond par exemple à utiliser des appareils électroniques ou lire en position assise ; faire ses devoirs en position assise ; être dans le bus en position assise. Le comportement sédentaire est à différencier de l'inactivité physique qui correspond à un niveau d'activité physique insuffisant pour atteindre les recommandations en termes d'activité physique (Cf. 1.2.2.3. pour les recommandations)

(48). La distinction entre activité physique, comportement sédentaire et inactivité physique est présentée dans la **Figure 7** (49).

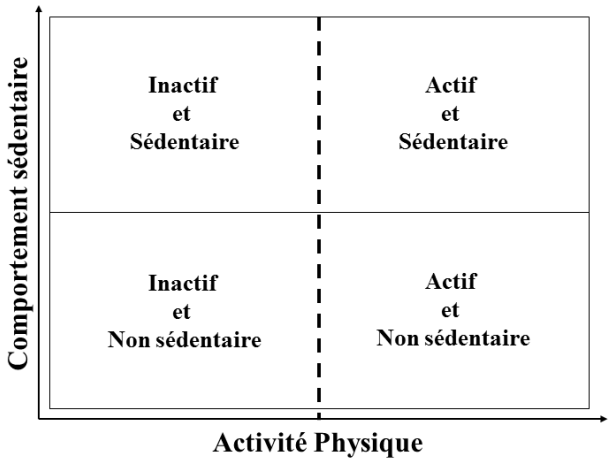


Figure 7 : Distinction entre activité physique, comportement sédentaire et inactivité physique

Note : la ligne en pointillés représente l'atteinte des recommandations en termes de pratique d'activité physique

Comportement alimentaire

Le comportement alimentaire est un terme général qui englobe le choix des aliments (i.e. denrée comportant des nutriments, donc nourrissante, susceptible de satisfaire l'appétit, donc appétente, et habituellement consommée dans la société considérée, donc coutumière (50)) , des motivations à la consommer, les pratiques alimentaires, les régimes et les problèmes liés à l'alimentation tels que l'obésité et les troubles de comportements alimentaires (51). Comme l'activité physique et le comportement sédentaire, le comportement alimentaire est complexe. Les individus prennent chaque jour de nombreuses décisions en matière d'alimentation qui sont influencées par des facteurs personnels, sociaux, culturels, environnementaux et économiques (51). Cette complexité se retrouve dans le cadre conceptuel du comportement alimentaire récemment proposé par un groupe de travail international et interdisciplinaire de chercheurs (52). Trois catégories principales le compose (**Figure 8**) :

- Le choix des aliments désignant les comportements et autres facteurs se produisant avant que les aliments n'atteignent réellement la bouche (e.g. les préférences alimentaires, les facteurs associés à la préparation de mets) ;
- L'alimentation qui réfère à l'acte réel de consommation (e.g. les habitudes de consommation, les quantités consommées, les troubles du comportement alimentaire) ;
- L'apport alimentaire / la valeur nutritionnelle qui se rapporte à la description précise de ce qui est consommé (e.g. profils alimentaires, nutriments, énergie)

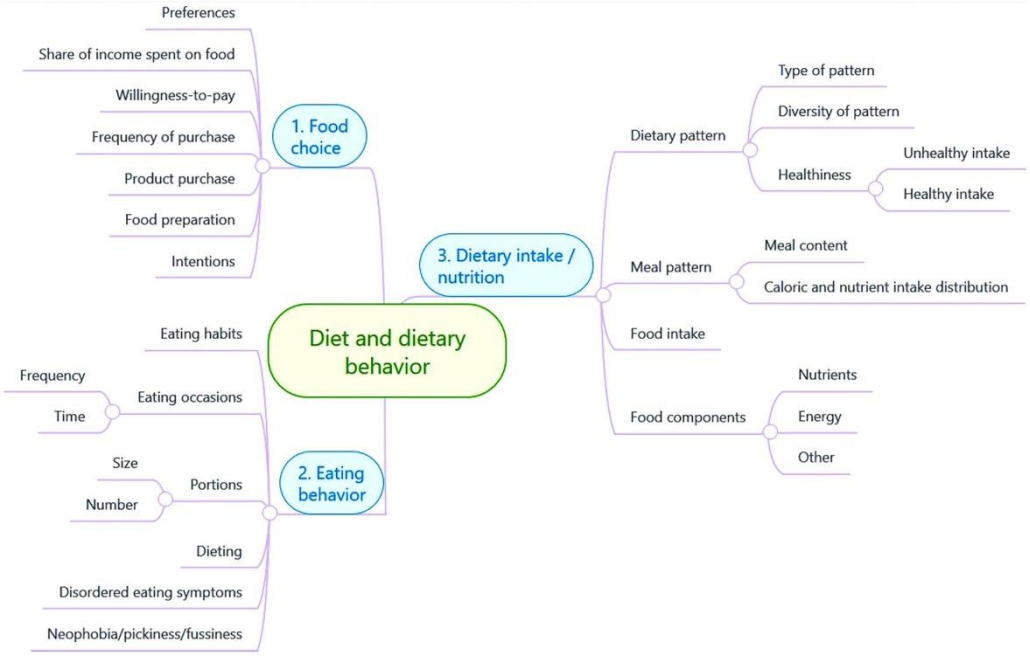


Figure 8 : Cadre conceptuel du comportement alimentaire

Source : Stok FM, Renner B, Allan J, Boeing H, Ensenauer R, Issanchou S, et al. Dietary Behavior: An Interdisciplinary Conceptual Analysis and Taxonomy. Front Psychol. 2018;9.

1.2.2. Mesures de l'activité physique, du comportement sédentaire et du comportement alimentaire

1.2.2.1. Indicateurs

Activité Physique

Toute pratique d'activité physique résulte en une dépense énergétique qui s'exprime en METs.minutes ou heures par semaine et est calculée avec la formule suivante :

$$\textbf{Dépense énergétique (METs. minutes ou heures/semaine)} =$$
$$\textbf{Coût énergétique (METs) x Durée (minutes ou heures) x Fréquence (nombre de jour par semaine)}$$

D'après cette formule, trois indicateurs interviennent dans le calcul de la dépense énergétique : le **coût énergétique**, la **durée** et la **fréquence**.

Le **coût énergétique** permet de quantifier l'intensité (i.e. la puissance ou le niveau d'effort (53)) de l'activité physique et s'exprime en MET. L'équivalent métabolique représente le coût énergétique d'une activité comme un multiple du métabolisme de base (54). Un MET correspond au niveau de dépense énergétique au repos, assis sur une chaise, et équivaut à une prise d'oxygène de 3,5 ml par kilogramme de poids corporel par minute. L'estimation du coût énergétique de nombreuses activités physiques a été élaborée et publiée dans un compendium (55,56).

Des seuils de METs ont été proposés pour classifier l'intensité d'une activité physique (53,57):

- Sédentaire (< 1,6 METs) : activité qui implique généralement d'être en position assise ou couchée et qui nécessite une faible dépense énergétique (e.g. lire en étant assis).
- Faible (≥ 1,6 METs et < 3 METs) : activité aérobie qui ne cause pas de changement notable de la respiration et dont l'intensité peut être maintenue durant au moins 60 minutes (e.g. marcher lentement).
- Modérée (≥ 3 METs et < 6 METs) : activité aérobie qui peut être réalisée tout en ayant une conversation ininterrompue et dont l'intensité peut être maintenue en 30 et 60 minutes (e.g. danser)
- Elevée (≥ 6 METs et < 9 METs) : activité aérobie pendant laquelle une conversation ne peut généralement être maintenue sans interruption et dont l'intensité peut être maintenue jusqu'à 30 minutes (e.g. courir à 8 km/h, pelleter de la neige).

- Très Elevée (≥ 9 METs) : Activité dont l'intensité ne peut généralement pas être maintenue pendant plus de 10 minutes (e.g. courir à 16 km/h)

La **durée** fait référence au temps (en minutes ou heures) consacré à la réalisation d'une séance d'activité physique. Par exemple réaliser une course à pied pendant 45 minutes.

La **fréquence** désigne la régularité de pratique d'une activité physique pendant une semaine. Par exemple, se rendre à son travail à bicyclette trois fois par semaine.

Comportement sédentaire

Le comportement sédentaire est généralement mesuré en fonction de la **durée** et de la **fréquence** de l'activité sédentaire (e.g. lire un livre pendant 20 minutes, cinq fois par semaine en position allongée) (58). Le **contexte** du comportement sédentaire est également à prendre en compte car l'impact sur la santé du comportement sédentaire peut varier en fonction du contexte. Notamment, le temps passé devant les écrans et devant la télévision aurait des impacts plus délétères sur la santé que les autres contextes (5). Pour aider à la recherche sur le comportement sédentaire, Owen et al. ont développé un modèle écologique comprenant quatre domaines du comportement sédentaire (59):

- Lors de déplacements comme être en position assise dans un bus ;
- Lors de loisirs comme regarder un film au cinéma ;
- Dans le cadre professionnel comme travailler dans un bureau (e.g saisie informatique) ;
- Dans le cadre de la vie domestique comme regarder la télévision

Comportement alimentaire

Le nombre d'aliments existants étant très important (plusieurs milliers), il est nécessaire de les regrouper en groupe d'aliments. La constitution de ces groupes peut tenir compte des recommandations faites dans les programmes de santé publique, par exemple celles du Plan

National Nutrition Santé (PNNS). Ceci a pour but de simplifier l'information pour la rendre explicite tout en préservant un sens nutritionnel (60). Plusieurs groupes d'aliments peuvent ainsi être définis (e.g. fruits et légumes, produits laitiers, féculents, viandes et œufs, poissons, produits gras, sucrés, salés). L'indicateur utilisé pour appréhender le comportement alimentaire des individus sera la fréquence de consommations des groupes d'aliments. Par exemple la fréquence de consommation journalière de fruits et légumes.

1.2.2.2. Outils

Activité physique et comportement sédentaire

Plusieurs outils peuvent être utilisés pour mesurer l'activité physique et le comportement sédentaire (45,58,61) :

- **Journal / Log** : méthode déclarative dans laquelle les individus enregistrent leur activité physique et comportement sédentaire en temps réel sur un formulaire préparé à l'avance de manière à fournir des données les plus précises possible.
- **Observation** : l'observation est menée en utilisant des grilles pour caractériser les activités des sujets et quantifier les différents paramètres qui s'y rapportent. Cette méthode est surtout utilisée chez les enfants du fait de leur difficulté à se rappeler de leurs comportements.
- **Dispositifs** (méthodes objectives permettant de quantifier le mouvement d'un sujet)
    - **Accéléromètre** : appareil porté pour enregistrer les accélérations et les décélérations occasionnées par les mouvements d'un sujet.
    - **Podomètre** : appareil portable permettant de comptabiliser le nombre de pas réalisés sur une période de temps.
- **Questionnaires** : c'est une méthode souvent utilisée pour mesurer l'activité physique et le comportement sédentaire, qui se base sur la capacité de mémorisation des sujets.

Les questionnaires varient dans leurs mesures (e.g. durée, fréquence, intensité), leurs catégories (e.g. temps libre, cadre professionnel, transport), leurs périodes de rappel (e.g. dernière semaine, dernier mois), leurs formes d'administration (e.g. sous forme papier, assisté par ordinateur, à remplir sur internet). Les indicateurs d'activité physique et de comportement sédentaire sont obtenus à partir d'informations recueillies à l'aide de questions ouvertes ou fermées, par exemple en utilisant une échelle de Likert. Dans le cadre de cette thèse, l'International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) a été utilisé pour mesurer l'activité physique et le comportement sédentaire (**Annexes 1-2**) (62). Ce questionnaire permet de mesurer la fréquence et la durée de la marche, des activités physiques modérées et intenses au cours des sept derniers jours. Les données recueillies permettent, en respectant un protocole, de calculer la dépense énergétique (en MET.min par semaine) et catégoriser l'activité physique en trois niveaux (faible, modérée, élevée) (63). Il permet également de mesurer la durée du comportement sédentaire au cours des sept derniers jours.

Comportement alimentaire

La mesure du comportement alimentaire peut se faire en utilisant des méthodes d'auto-déclaration parmi lesquelles figurent (60,64):

- **Carnets d'enregistrements sur plusieurs jours consécutifs** : ils permettent de recueillir l'ensemble des aliments et boissons ainsi que les quantités consommées au cours de la journée ;
- **Rappel des 24 heures** : cette méthode consiste à demander une description de l'ensemble des aliments et boissons consommés la veille de l'interview ;
- **Questionnaire de fréquence alimentaire** : ils se présentent sous la forme d'une liste fermée d'aliments ou de groupes d'aliments, ordonnée de façon logique (selon des

regroupements de nature diététique le plus souvent), pour lesquels le sujet indique la fréquence avec laquelle il les consomme en se basant sur une période de référence. Des questionnaires de fréquence alimentaire ont été utilisés pour mesurer le comportement alimentaire dans les travaux de cette thèse (**Annexes 3-4**) (65). Dans ce questionnaire, les fréquences de groupes d'aliments comme les fruits et légumes, les produits laitiers, les féculents, les boissons, les aliments sucrés, sont étudiées. Les conditions environnementales et la fréquence des repas sont également recueillies.

1.2.2.3. Recommandations internationales et nationales

Des recommandations en termes d'activité physique, de comportement sédentaire et de comportement alimentaire ont été établies par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) au niveau international et dans le PNNS au niveau national. Etant donné que les travaux de cette thèse sont réalisés dans une population d'adolescents, les recommandations établies pour les autres groupes d'âge ne seront pas présentées.

Activité physique et comportement sédentaire

L'OMS définit les mêmes recommandations pour les enfants et adolescents âgés de 5 à 17 ans et sont formulées comme suit (66) :

- Accumuler au moins 60 minutes par jour d'activité physique d'intensité modérée à soutenue ;
- Pratiquer une activité physique pendant plus de 60 minutes apporte un bénéfice supplémentaire pour la santé ;
- L'activité physique quotidienne devrait être essentiellement une activité d'endurance. Des activités d'intensité soutenue, notamment celles qui renforcent le système musculaire et l'état osseux, devraient être incorporées au moins trois fois par semaine.

L’OMS ne fournit pas de seuil sur le temps de comportement sédentaire. En revanche, le Canada et l’Australie recommandent de limiter la durée du temps d’écran pendant les loisirs à deux heures par jour au maximum, en ajoutant que des temps plus faibles sont associés à des avantages supplémentaires pour la santé (67,68).

En France, les recommandations en termes d’activité physique, de comportement sédentaire figurent dans le PNNS (**Figure 9**) (69–71) :

Concernant l’activité physique la recommandation principale est de « pratiquer au moins une heure d’activité physiques modérée ou intense par jour ». Pour le comportement sédentaire, la recommandation principale est de « ne pas rester assis trop longtemps et de prendre le temps de marcher un peu toutes les 2 heures ».

Comportement alimentaire

Concernant le comportement alimentaire, l’OMS a formulé plusieurs recommandations dont (72):

- Équilibrer l'apport énergétique pour conserver un poids normal ;
- Limiter l'apport énergétique provenant de la consommation de graisses ;
- Consommer davantage de fruits et légumes ainsi que de légumineuses, de céréales complètes et de fruits secs ;
- Limiter la consommation de sucres libres ;

En France, les recommandations en termes de comportement alimentaire figurent dans le PNNS (**Figure 9**) (69,71). Onze recommandations ont été rédigées parmi lesquelles figurent :

- Consommer au moins 5 fruits et légumes par jour ;
- Consommer au moins un féculent complet par jour ;
- Consommer deux fois par semaine du poisson, dont un poisson gras ;

- Consommer deux produits laitiers par jour ;
- Limiter les boissons sucrées, les aliments gras, sucrés, salés et ultra-transformés ;
- Privilégier la volaille, et limiter les autres viandes à 500 grammes par semaine

Figure 9 : Recommandations du PNNS sur l'activité physique, le comportement sédentaire et l'alimentation

Source : Programme national nutrition santé 2019-2023. Ministère des solidarités et de la santé. Paris/ Saint-Maurice. 2019, 94 p

1.2.3. Adolescence et modes de vie

L'adolescence est une période complexe de transition marquée par une croissance et des changements corporels accélérés, un désir naissant d'indépendance et d'auto-découverte, et une métamorphose de l'enfance à l'âge adulte (73). Les événements qui surviennent lors de cette période cruciale de la vie peuvent façonner le parcours de vie d'un individu. Notamment l'adolescence est caractérisée par l'adoption de ses propres modes de vie et donc de ses propres comportements, comme l'activité physique, le comportement sédentaire et le comportement

alimentaire, avec une probabilité importante de perdurer jusqu'à l'âge adulte (74). Etant donné ses impacts sur la santé, l'adoption de modes de vie sains à l'adolescence apparait comme un fondement pour un bon état de santé à l'âge adulte, dont la prévention et la réduction du surpoids et de l'obésité. Ceci justifie l'intérêt de la mise en place d'interventions de prévention dans cette période de la vie.

1.3. Le surpoids et l'obésité chez les adolescents

Le surpoids et l'obésité peuvent être associés à de multiples comorbidités telles que le diabète de type 2, les maladies cardiovasculaires et ainsi avoir un retentissement sur la santé (75). Ces différents constats ont amené l'OMS à appeler à une action mondiale pour stopper la recrudescence de l'obésité dans le plan d'action mondial 2013-2020 de prévention des maladies non transmissibles (76).

1.3.1. Définition du surpoids et de l'obésité

Selon l'OMS, le surpoids et l'obésité sont définis comme « une accumulation anormale ou excessive de graisse qui présente un risque pour la santé » (77). Ils résultent d'un déséquilibre de la balance apports (e.g. comportement alimentaire) / dépenses (e.g. activité physique et comportement sédentaire) énergétiques (78). Lorsque les apports sont supérieurs aux dépenses (consommation alimentaire excessive et/ou pratique d'activité physique insuffisante et comportement sédentaire important), l'excès d'énergie est stocké sont forme de graisses dans le corps (78).

1.3.2. Mesure du surpoids et de l'obésité

Le surpoids et l'obésité peuvent être mesurés à l'aide de l'indice de masse corporelle (IMC) qui est largement utilisé en clinique, en santé publique et dans des programmes de prévention du surpoids et de l'obésité. L'IMC correspond au rapport du poids d'une personne en kilogrammes par le carré de sa taille en mètres (kg/m²).

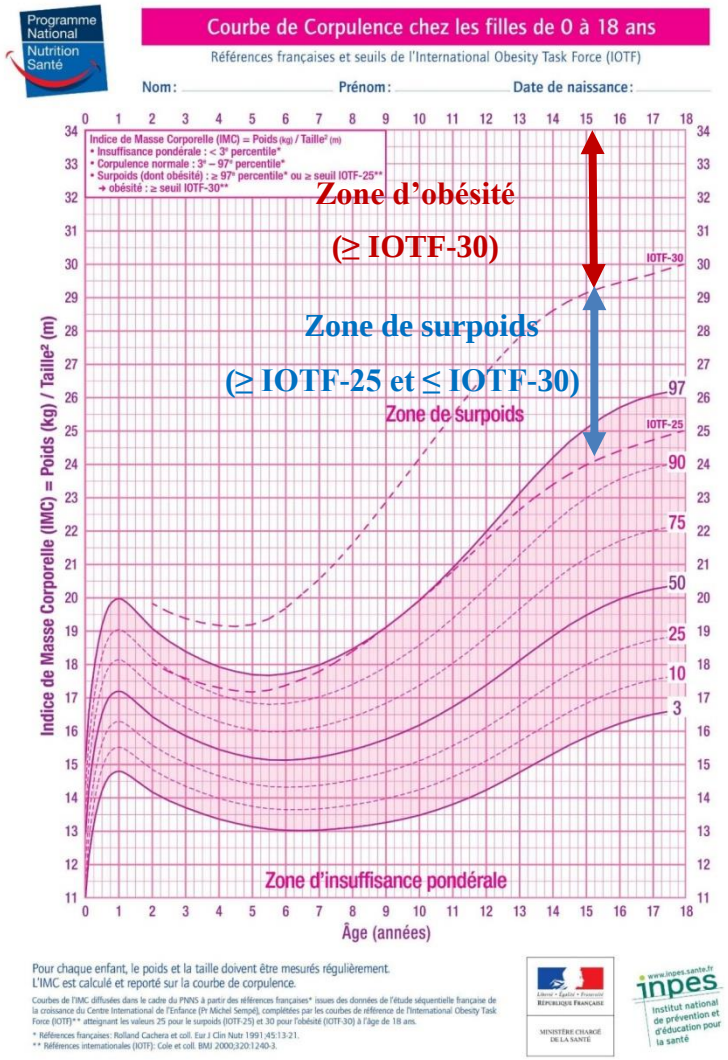
A partir de l'IMC, l'OMS a défini des seuils permettant de classifier les adultes en fonction de leur statut pondéral (79) :

- <18,5 : insuffisance pondérale
- 18,5-24,9 : corpulence normale
- 25,0-29,9 : surpoids
- 30,0-34,9 : obésité modérée
- 35,0-39,9 : obésité sévère
- > 40,0 : obésité morbide

Ces seuils ne sont toutefois pas applicables aux enfants et adolescents pour définir le surpoids et l'obésité par exemple, car les seuils varient en fonction de l'âge et du sexe dans cette tranche d'âge. Ceci est dû au fait que le poids et la taille, et donc l'IMC, augmentent naturellement avec l'âge chez les adolescents et varie entre les garçons et les filles. Pour pallier à ce problème, des seuils de référence ont été créés à partir d'études internationales pour définir le surpoids et l'obésité chez les enfants et adolescents en fonction de leur âge et leur sexe (80). Notamment, l'International Obesity Task Force (IOTF) a défini ces seuils en utilisant des courbes d'IMC créées à partir des données d'études réalisées dans six pays (Grande Bretagne, Hong Kong, Singapour, Pays-Bas, Etats-Unis et Brésil) (81). Selon l'IOTF, le surpoids (obésité exclue) correspond à un IMC supérieur ou égal au seuil IOTF-25 et inférieur au seuil IOTF-30, et l'obésité correspond à un IMC supérieur ou égal au seuil IOTF-30. Ces seuils correspondent aux courbes de percentiles de l'IMC de la population de référence (i.e. celles utilisées pour calculer les seuils) atteignant à 18 ans les valeurs seuils de 25 kg/m² et 30 kg/m² (valeurs seuils du surpoids et de l'obésité chez l'adulte). Les courbes de percentiles permettent ainsi de situer l'IMC d'un adolescent par rapport à l'ensemble d'une population de référence en fonction du sexe et de l'âge. Ils complètent les courbes de corpulence des filles et des garçons, créées par

Rolland Cachera et al. qui sont utilisées en France dans le PNNS (**Figures 10**) (82,83). Ces seuils sont couramment utilisés en recherche car ils permettent des comparaisons au niveau international.

Les seuils du surpoids et de l'obésité ne sont pas définis de la même manière par l'OMS, qui utilise le z-score de l'IMC (84). Le z-score de l'IMC représente un IMC spécifique à l'âge et au sexe, selon la référence de l'OMS. Le z-score de l'IMC est calculé en mesurant la différence (en écart type) entre l'IMC mesuré d'un individu et l'IMC moyen d'une population de référence de même sexe et de même âge. Ainsi l'OMS définit le surpoids comme une différence supérieure à un écart type entre l'IMC mesuré et l'IMC moyen de la population de référence. Pour l'obésité, il s'agit d'une différence supérieure à deux écarts types. Le z-score de l'IMC a l'avantage de permettre de comparer directement l'évolution de l'IMC entre les garçons et les filles d'âges différents.



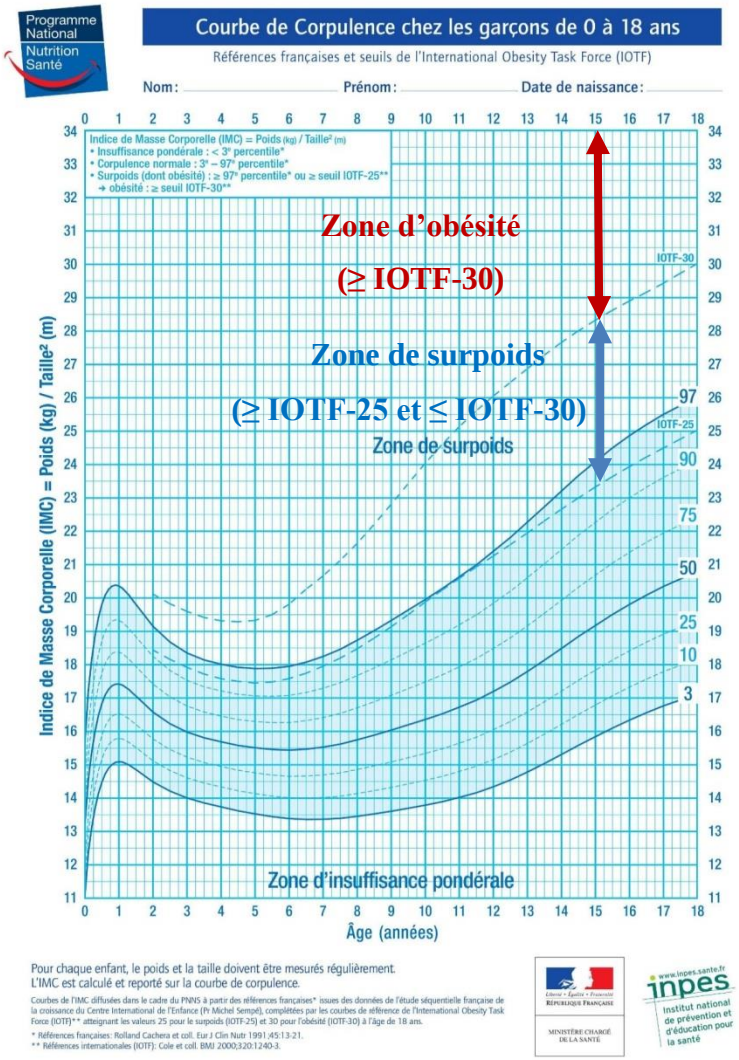


Figure 10 : Seuils de surpoids et d'obésité chez les filles et les garçons selon les valeurs références de l'IOTF et de Rolland Cachera

1.4. Contexte

1.4.1. Activité physique, comportement sédentaire et comportement alimentaire chez les adolescents

Globalement la pratique d'activité physique, les comportements sédentaire et alimentaire des adolescents n'atteignent pas les recommandations internationales et nationales, et se dégradent avec l'avancée dans l'adolescence (85).

Activité physique

Au niveau mondial, une récente étude incluant 1,6 millions d'adolescents âgés de 11 à 17 ans et issus de 146 pays permet de décrire le niveau d'activité physique des adolescents scolarisés par pays et en globalité (86–88). En 2016, les auteurs ont montré que plus de quatre adolescents sur cinq, précisément 81%, n'atteignaient pas les recommandations de l'OMS en termes de pratique d'activité physique. Ce constat était plus marqué chez les filles (84,1%) que les garçons (77,6%). De plus, les auteurs ont mis en évidence que la prévalence des adolescents n'atteignant pas les recommandations avait significativement diminuée depuis 2001 (**Figure 11**), surtout chez les garçons. Cette même étude présente des résultats moins favorables dans le contexte français avec 87% des adolescents qui n'atteignaient pas les recommandations en 2016. Ces résultats sont en accord avec la faible proportion d'adolescents atteignant les recommandations définies par l'OMS mis en évidence dans plusieurs études françaises réalisées dans le cadre du PNNS : l'étude nationale nutrition santé (ENNS) réalisée en 2006-2007, reconduite en 2014-2015 par l'étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (Esteban), et les deuxième (INCA2 réalisée en 2006-2007) et troisième (INCA3 réalisée en 2014-2015) volet de l'étude Individuelle Nationale sur les Consommations Alimentaires (89–92).

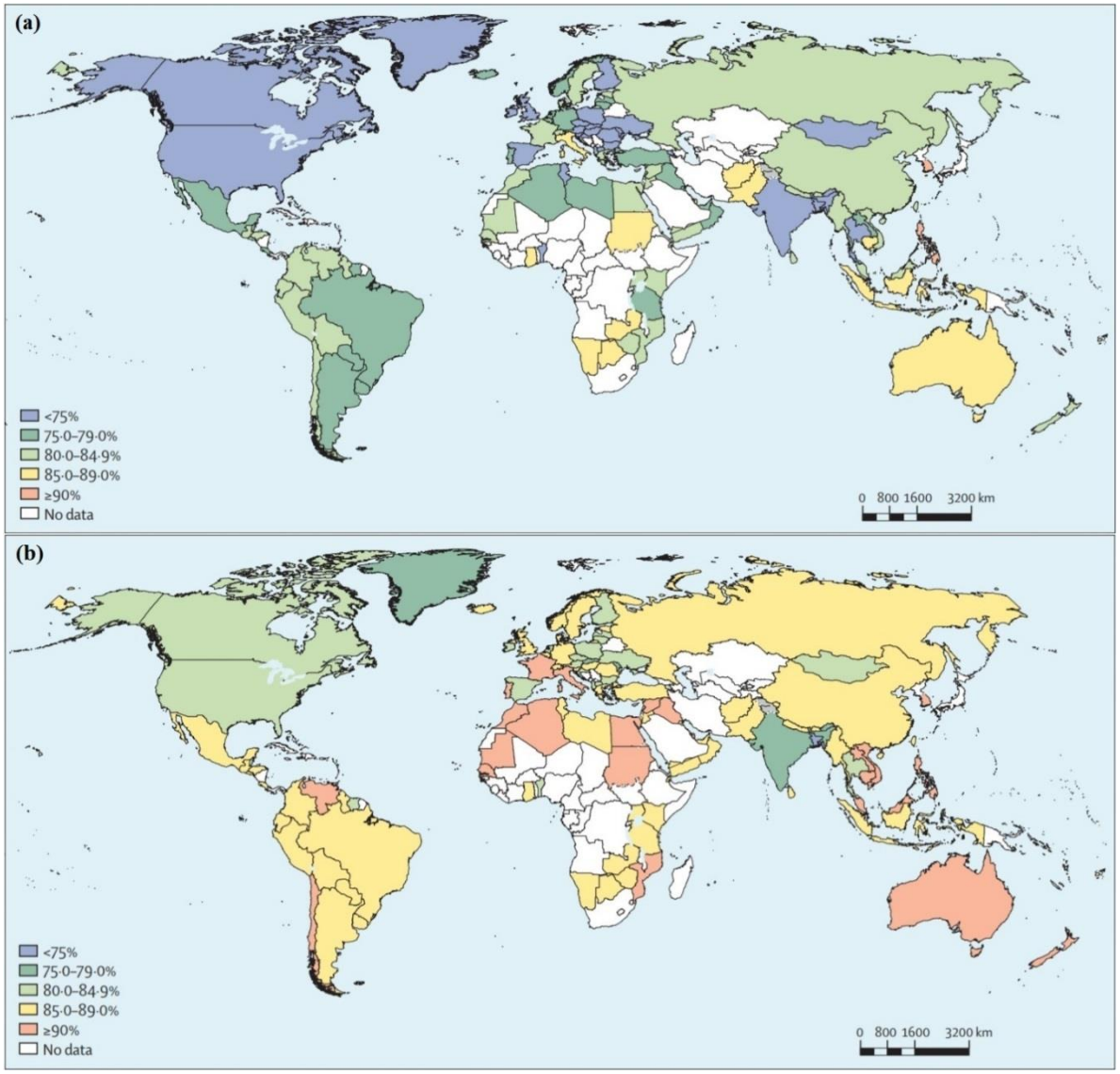


Figure 11 : Prévalence des adolescents âgés de 11 à 17 ans n'atteignant pas les recommandations d'activité physique dans le monde en (a) 2001 et (b) 2016

Source : Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. Lancet Child Adolesc Health. janv 2020;4(1):23‑35.

En 2014, la majorité des adolescents âgés de 15 à 17 ans n’atteignait pas les recommandations en termes d’activité physique, et les garçons les atteignaient dans une plus grande mesure que les filles (**Figure 12**). Les résultats de l’étude ENNS montrent que ce constat était déjà fait en 2006 mais dans une moindre mesure.

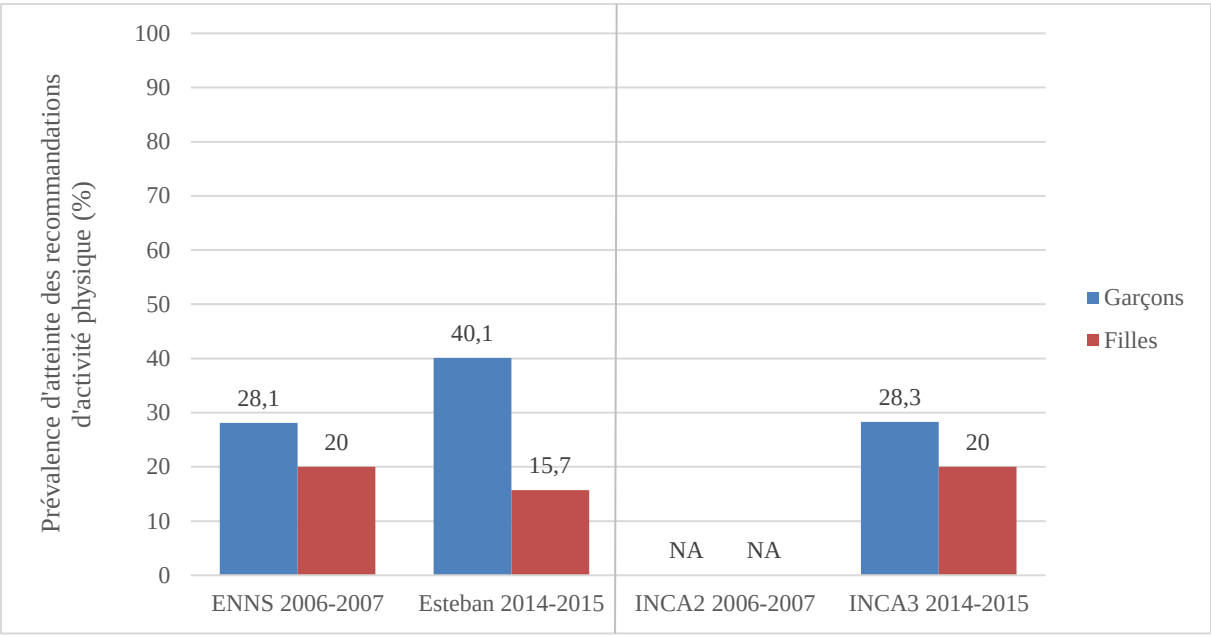


Figure 12 : Prévalence des garçons et filles de 15 à 17 ans n'atteignant pas les recommandations de pratique d'activité physique en 2006 et 2015 en France

Note : l'activité physique ayant été mesurée avec deux questionnaires différents dans les études INCA 2 et INCA3, l'évolution entre les deux temps de mesures n'a pas été présentée

Comportement sédentaire

Des revues de la littérature ainsi que des études internationales révèlent des temps de comportement sédentaire élevés chez les adolescents à travers le monde (17,93,94). Une large étude de surveillance réalisée aux Etats-Unis en 2017 a montré que 21,6% des élèves de seconde regardaient la télévision pendant au moins trois heures par jour (hors week-end), et 45,1% d'entre eux jouaient aux jeux-vidéos, à l'ordinateur, ou étaient sur l'ordinateur pour des activités non-scolaires au moins trois heures par jour (hors week-end) (94). Les auteurs ont mis en évidence une diminution significative depuis 1999 d'environ 22% du temps quotidien passé à regarder la télévision, et une augmentation significative depuis 2003 d'environ 21% du temps passé à jouer aux jeux-vidéos, à l'ordinateur ou aux activités non-scolaires sur ordinateur.

En 2014, l'étude HBSC qui incluait 42 pays européens a montré que globalement, plus de la moitié des adolescents âgés de 15 ans regardaient quotidiennement (hors week-end) la télévision pendant au moins deux heures, et près de 80% d'entre eux utilisaient quotidiennement (hors week-end) des ordinateurs (e.g. surfer sur internet, faire ses devoirs, jeux-vidéos) pendant plus de deux heures (**Figure 13**) (17).

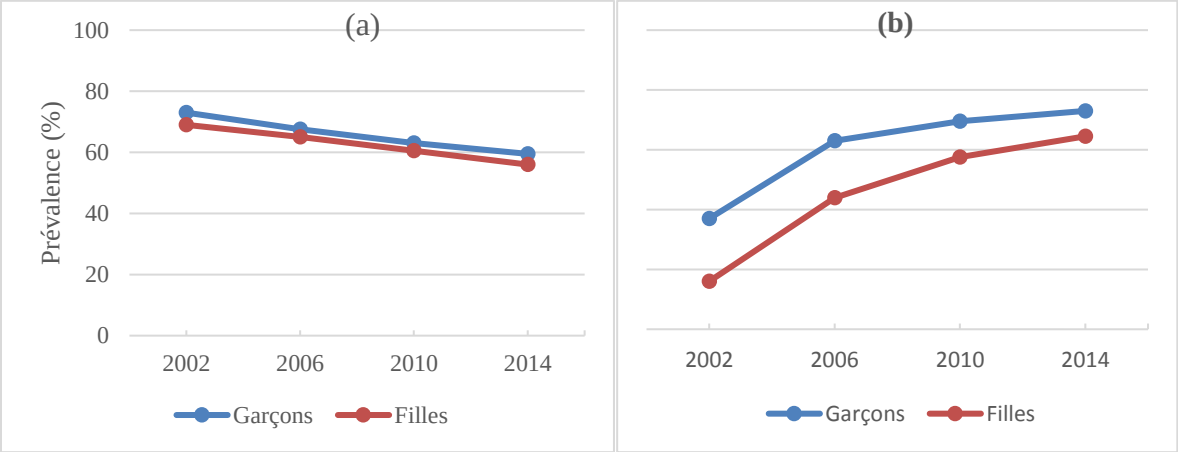


Figure 13 : Prévalence des garçons et filles de 15 à 17 ans passant au moins deux heures par jour (hors week-end) (a) à regarder la télévision ou (b) à utiliser un ordinateur de 2002 à 2014 en Europe

De plus, les garçons avaient tendance à regarder la télévision et à utiliser les ordinateurs plus souvent que les filles. Entre 2002 et 2014, il a été observé une diminution d'environ 15% du temps passé par les adolescents devant la télévision, peu importe le sexe. Cependant l'utilisation quotidienne des ordinateurs pendant plus de deux heures a significativement augmenté depuis 2002 et de manière plus importante chez les filles (+50%) que chez les garçons (+40%).

Au niveau national, en 2016, le temps d'écran moyen journalier des 15-17 ans était élevé, et largement supérieur aux recommandations, avec 5h23 dans l'étude Esteban, et 4h50 dans l'étude INCA3. Le temps moyen journalier était plus faible chez les filles (4h44 et 4h29 dans les études Esteban et INCA3, respectivement) que chez les garçons (6h15 et 5h12 dans les

études Esteban et INCA3, respectivement). Les auteurs de l'étude Esteban ont montré que le temps passé devant les écrans augmentait avec le temps libre des adolescents (e.g. pendant les jours sans école). Depuis 2006, la proportion d'adolescents passant plus de trois heures par jour devant les écrans avait globalement significativement augmenté, avec des différences persistantes en fonction du sexe en défaveur des garçons (**Figure 14**).

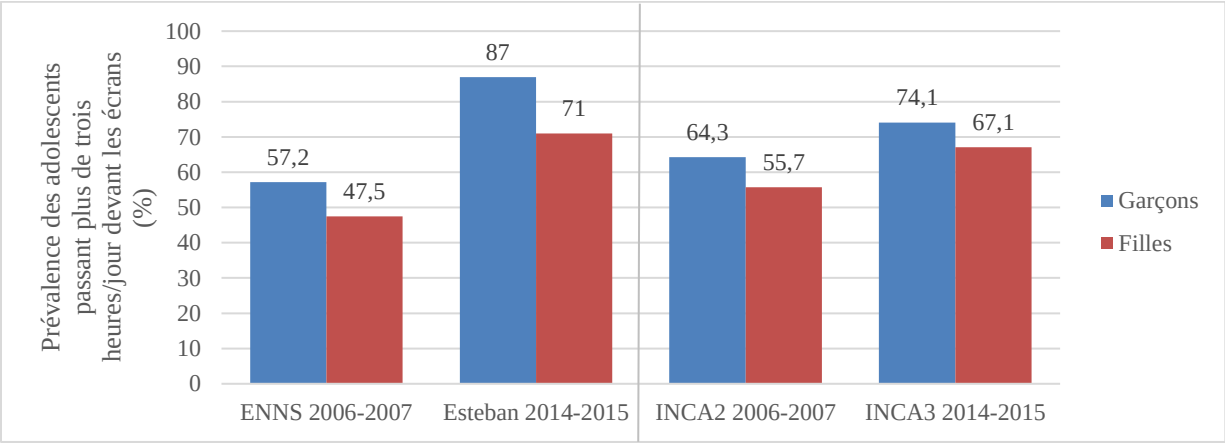


Figure 14 : Prévalence des garçons et filles de 15 à 17 ans passant plus de trois heures devant les écrans hors week-end en 2006 et 2015 en France

Comportement alimentaire

Aux Etats-Unis, environ 60% des 10-24 ans consommaient au moins un fruit (jus de fruit 100% inclus) et un légume quotidiennement, 19% buvaient du soda tous les jours, 75% de l'eau tous les jours et 35% prenaient un petit déjeuner tous les jours (94).

Le constat Européen est similaire avec environ 40% des adolescents qui consommaient quotidiennement des fruits et des légumes, les filles significativement plus que les garçons (17). De plus, respectivement 19% et 26% des adolescents déclaraient consommer des boissons sucrées et des sucreries tous les jours, avec les garçons qui consommaient plus de boissons sucrées et moins de sucreries que les filles. Un peu plus d'un adolescent sur deux (57%) prenait un petit déjeuner tous les matins, les garçons dans une plus grande mesure que les filles. Entre

2002 et 2014, la consommation de fruits et légumes a significativement augmenté mais faiblement (3% pour les fruits et 5% pour les légumes), contrairement à la consommation de boissons sucrées (11%) et de sucrerie (6%) qui a significativement diminué.

En France, les adolescents consomment principalement des aliments sucrés et salés (près de 30%), des pâtes et autres céréales (9,6%), quasiment autant de légumes (8,0%) que de produits laitiers (7,9%), fruits (7,5%) et pain (7,5%) (**Figure 15**). Concernant les boissons, l'eau représente plus de la moitié de ce qui est consommé par les adolescents, suivi par les boissons sucrées (**Figure 16**). Comparé aux filles, les garçons avaient plus tendance à consommer de la viande hors volaille (74,9% vs 61,1%), des boissons sucrées hors jus de fruits (74,2% vs 51,8%) et des boissons alcoolisées (7,9% vs 1,9%). Quant aux filles, elles étaient plus consommatrices que ne l'étaient les garçons pour les fruits (70,2% vs 56,9%) et le sucre et matières sucrantes (58,7% vs 42,8%). L'étude Esteban permet de montrer qu'en 2015, l'adéquation des adolescents de 15 à 17 ans aux recommandations du PNNS n'était pas optimale (95). Par exemple, moins de 30% des adolescents mangeaient cinq fruits et légumes par jour et seule la moitié limitait les produits sucrés. Comparés aux filles, les garçons ont plus tendance à respecter les recommandations sur la consommation de produits laitiers, de pain, céréales, pommes de terre et légumes secs, et d'eau. Quant aux filles, elles ont plus tendance à respecter les recommandations de consommation de boissons sucrées et de sel que les garçons. De plus, des évolutions d'atteinte des recommandations entre 2006 et 2015 ont été révélées pour la consommation de produits laitiers (augmentation chez les garçons), de poisson (diminution), de pain, céréales, pommes de terre et légumes secs (diminution chez les garçons), de produits sucrés (diminution chez les garçons) et de sel (diminution).

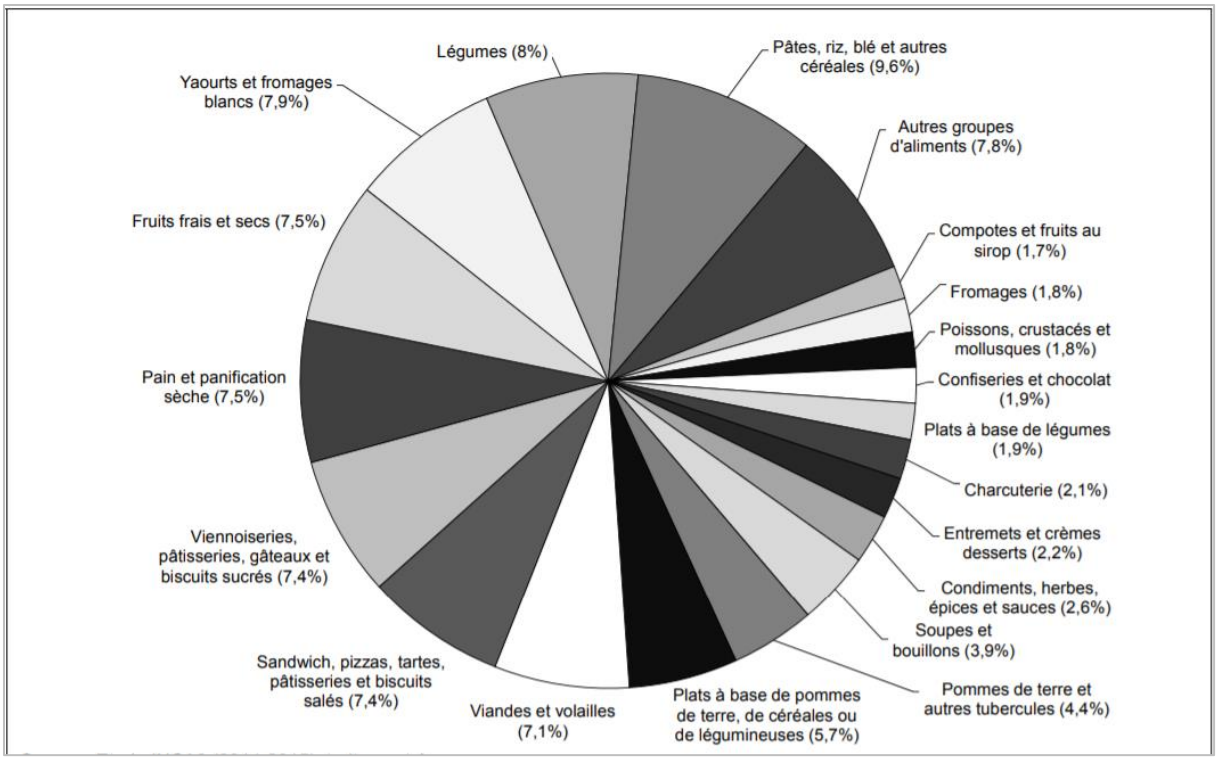


Figure 15 : Répartition des quantités consommées d'aliments (% de la quantité totale d'aliments consommés), chez les adolescents de 11 à 17 ans

Source : Anses. Étude individuelle nationale des consommations alimentaires 3 (INCA 3). Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective. Maisons-Alfort. 2017, 566 p

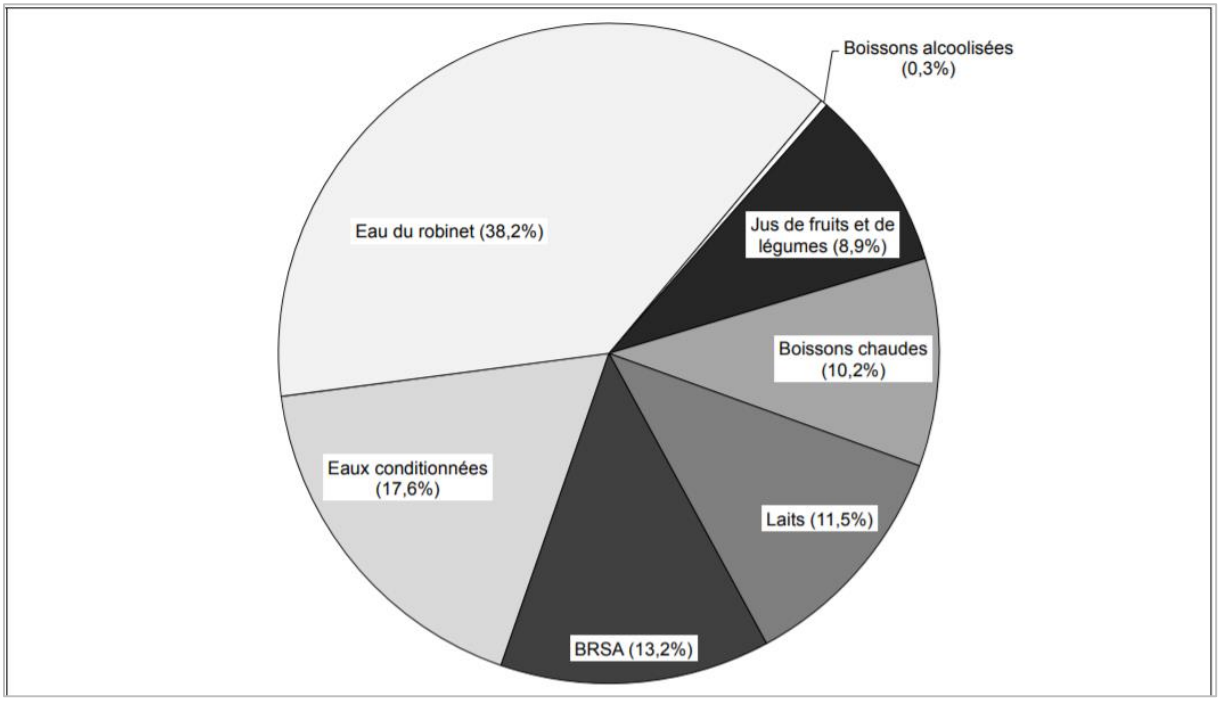


Figure 16 : Répartition des quantités consommées de boissons (% de la quantité totale de boissons consommées), chez les adolescents de 11 à 17 ans

Source : Anses. Étude individuelle nationale des consommations alimentaires 3 (INCA 3). Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective. Maisons-Alfort. 2017, 566 p

1.4.2. Inégalités sociales de santé chez les adolescents

A l'adolescence , les inégalités sociales sont présentes dans plusieurs domaines de la santé (9–15,17,21,96,97). Il a été montré que le nombre d'adolescents qui déclaraient des problèmes de santé (maux de tête, maux d'estomac, sensation de faiblesse, irritabilité ou mauvaise humeur, nervosité, difficulté à s'endormir et vertiges) diminuait avec le SSE (9). Ce constat était présent dès 1994 et tendait à augmenter jusqu'en 2010. Des inégalités sociales de santé mentale et de qualité de vie sont également retrouvées à l'adolescence et ont été mises en évidence dans une étude européenne incluant la France. Les auteurs ont montré que les adolescents de SSE plus élevés avaient respectivement 1,5 et 2 fois plus de chances d'avoir un meilleur état de santé mentale et une meilleure qualité de vie que les adolescents de faibles SSE (10). En Allemagne, Poulain et al. présentent des résultats similaires en mettant en évidence une augmentation significative du score de qualité de vie associée à l'augmentation du SSE des jeunes âgés de 10 à 18 ans (11).

Malgré une récente tendance à la stabilisation de la prévalence du surpoids et de l'obésité (98), la littérature fournit des éléments de preuve de l'existence d'inégalités sociales de corpulence à l'adolescence. Dans une revue de la littérature incluant 158 études réalisées en grande partie aux Etats-Unis et en Europe (dont huit en France), 60% d'entre elles mettaient en évidence une relation inverse entre le statut pondéral et le SSE (12). Plus le SSE augmentait, plus la prévalence du surpoids et de l'obésité augmentait. De manière intéressante, la proportion d'études qui mettaient en lumière un gradient social de corpulence augmentait avec le temps : 0% entre 1990 et 1997, 62% entre 1998 et 2005 et 64% entre 2006 et 2013. En Europe, les inégalités sociales de corpulence, précisément de la prévalence de l'obésité, étaient importantes et trouvées dans de nombreux pays en 2014 (17). De plus, l'écart entre les adolescents de SSE

le plus faible et le plus élevé avait tendance à augmenter dans plus de la moitié des pays inclus dans l'étude HBSC entre 2002 et 2014. En France, en 2015, la prévalence de surpoids (obésité incluse) était la plus élevée chez les adolescents de SSE le plus faible (inférieur au Bac) avec une proportion de 23,2%.

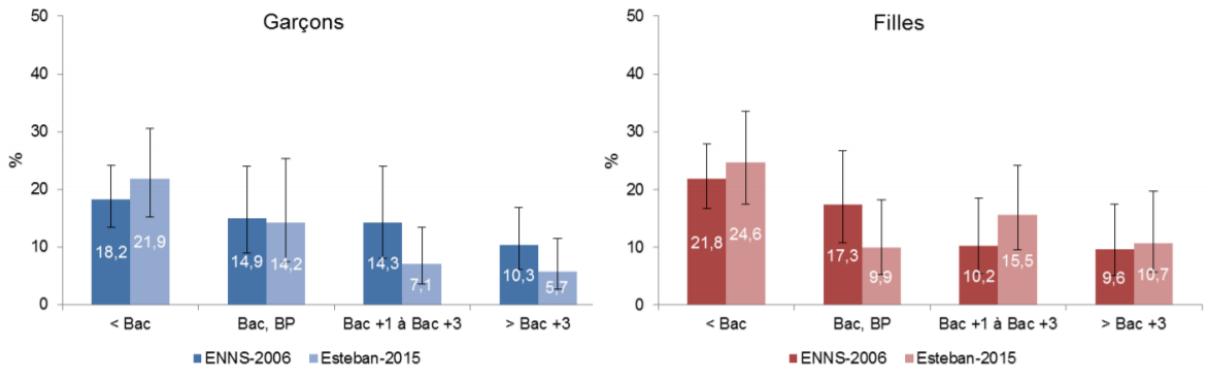


Figure 17 : Distribution du surpoids (obésité incluse) des enfants et adolescents de 6 à 17 ans selon le sexe, et le diplôme du chef de famille en 2006 et 2015

Source : Santé Publique France. Étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (Esteban), 2014-2016. Volet Nutrition. Chapitre Corpulence. 2e édition. 2020, 43 p

Cette prévalence diminuait ensuite progressivement au fur et à mesure que le SSE augmentait pour atteindre 8,9% chez les adolescents de SSE le plus élevé (supérieur à Bac+3). Ces résultats étaient retrouvés chez les garçons et les filles. (**Figure 17**) (97). Les auteurs ont trouvé une différence significative de la prévalence du surpoids (obésité incluse) suivant le SSE en 2015 alors que ce n'était pas le cas en 2006, suggérant une aggravation des inégalités sociales de corpulence.

1.4.3. Modes de vie et inégalités sociales de santé chez les adolescents

Selon la théorie culturelle-comportementale (Cf 1.1.1.1) les ISS résulteraient de différences de répartition de l'activité physique, du comportement sédentaire et du comportement alimentaire) entre les SSE des adolescents (2). Les comportements favorables à la santé (niveau d'activité

physique élevé, comportement sédentaire limité et alimentation équilibrée) seraient sous-représentés chez les adolescents de faible SSE, et surreprésentés chez ceux de SSE élevés. Il en résulterait un gradient social de comportements favorables à la santé. Cette théorie est soutenue par plusieurs travaux de la littérature, notamment concernant le comportement alimentaire (17,91,95,99–103). Selon les auteurs, le niveau de preuve des études réalisées et la cohérence de leurs résultats fournissent des arguments suffisant pour conclure à une distribution globalement inégale de l'alimentation équilibrée en fonction du SSE des adolescents. Pour l'activité physique et le comportement sédentaire, des gradients sociaux de ces comportements ne sont pas systématiquement retrouvés chez les adolescents dans la littérature (17,21,90,91,93,104–108). Ceci pourrait s'expliquer par la diversité des mesures (e.g. objectives avec l'accéléromètre, subjectives avec les auto-questionnaires) utilisées dans les études pour appréhender l'activité physique et le comportement sédentaire (106,108). La multi-dimensionnalité de l'activité physique et du comportement sédentaire, qui les rend complexe à mesurer, peut également expliquer des résultats différents entre plusieurs études (104,107,109). Suivant les composantes de l'activité physique investiguées (e.g. fréquence, durée, intensité, type), également le contexte de l'activité physique et du comportement sédentaire (e.g. au lycée, pendant les loisirs, au domicile) pris en compte, les résultats peuvent diverger. Ces différents éléments suggèrent donc de réaliser d'autres travaux de recherche qui prennent en compte la complexité de ces comportements de manière à compléter les données déjà existantes.

Etant donné les effets bénéfiques des comportements favorables sur la santé (e.g. ils sont associés un statut pondéral normal), une inégale répartition de ces comportements en fonction du SSE des adolescents pourrait conduire à des différences de santé en fonction du SSE des adolescents, donc à des ISS (110). Il pourrait donc exister un lien entre les comportements liés à la santé (e.g. activité physique, comportement sédentaire et comportement alimentaire) et les ISS à l'adolescence. Cependant la littérature est encore mal documentée pour fournir des

éléments probants et confirmer ou infirmer cette hypothèse (111). Une revue systématique publiée en 2015 répertoriait les interventions visant à réduire les inégalités sociales de corpulence chez les enfants et adolescents en promouvant des comportements favorables à la santé (112). Peu d'études concernaient les adolescents, soulignant le besoin de réaliser d'autres travaux dans cette thématique. Également, des auteurs ont montré que la pratique d'activité physique pourrait réduire les inégalités sociales de santé perçue. Cependant les résultats étaient moins cohérents en ce qui concerne la qualité de vie et cette étude a été réalisée chez les adultes (113). Dans leur récente revue systématique, Elina et al. ont montré que la qualité de vie était associée au SSE et aux comportements favorables à la santé, mais ils n'ont pas étudié le potentiel impact des comportements dans la relation entre le SSE et la qualité de vie (114). Il apparait donc nécessaire de fournir des éléments de réponse sur la façon dont l'activité physique, le comportement sédentaire et le comportement alimentaire peuvent être en liens avec les ISS à l'adolescence.

Objectifs de la thèse et axes de recherche

L'objectif principal de la thèse était d'analyser les liens entre les modes de vie et les inégalités sociales de santé à l'adolescence.

Pour y répondre, trois objectifs spécifiques ont été définis :

- Décrire les modes de vie et leurs répartitions en fonction du milieu social des adolescents ;
- Évaluer l'efficacité d'une intervention de santé publique sur la réduction des inégalités sociales de santé à l'adolescence ;
- Mesurer et quantifier les effets médiateurs des modes de vie sur les inégalités sociales de santé à l'adolescence

Les travaux de cette thèse s'articulaient ainsi autour de trois axes de recherche (**Figure 18**)

- Axe 1 : Description et répartition des modes de vie en fonction du milieu social des adolescents.
- Axe 2 : Efficacité d'une intervention de santé publique sur la réduction des inégalités sociales de santé
- Axe 3 : Effets médiateurs des modes de vie sur les inégalités sociales de santé

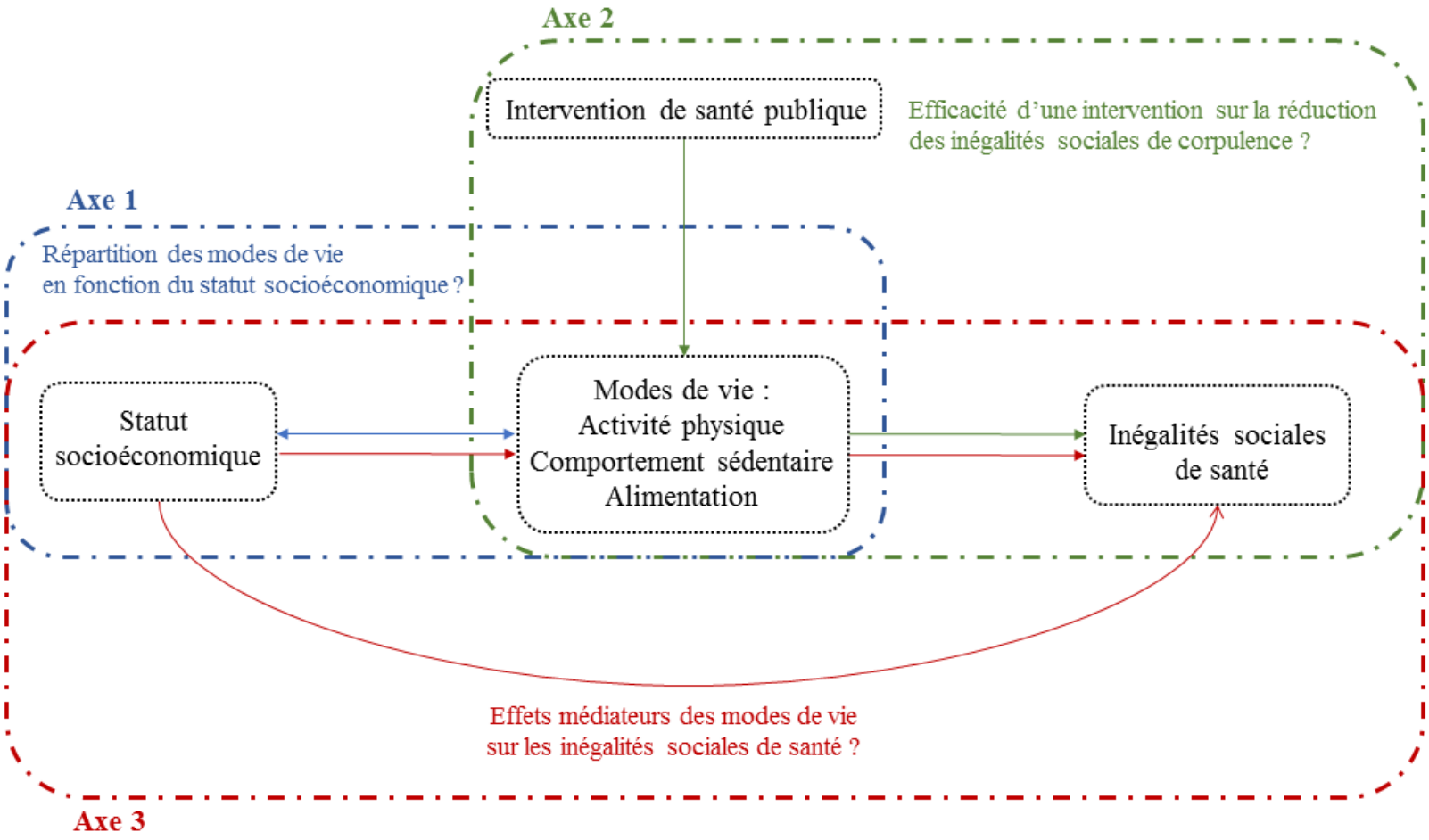


Figure 18 : Schéma illustratif des trois axes abordés dans les travaux de cette thèse

2. Partie 2 : Présentation des essais PRALIMAP et PRALIMAP-INES

Les travaux de cette thèse ont été réalisés à partir des données de deux essais de prévention dont l'investigateur principal était le Professeur Serge Briançon : l'essai **PRALIMAP** (**Pr**omotion de l'**ALIM**entation et de l'**A**ctivité **P**hysique) et l'essai **PRALIMAP-INES** (**Pr**omotion de l'**ALIM**entation et de l'**A**ctivité **P**hysique-**INE**galités de **S**anté) (96,115).

2.1. Essai de prévention PRALIMAP

2.1.1. Rationnel

Réalisé entre 2006 et 2009 en milieu scolaire, l'essai PRALIMAP s'inscrivait dans un contexte d'augmentation rapide de la prévalence du surpoids et de l'obésité chez les adolescents. Par exemple, de 1997 à 2006, l'enquête ObEpi a mis en évidence une augmentation continue de la prévalence du surpoids et de l'obésité en population française, incluant les adolescents de 15 ans (116). Ce constat a amené les autorités de santé et les différents acteurs à réfléchir sur des stratégies de prévention et de prise en charge du surpoids et de l'obésité. D'ailleurs, un objectif nutritionnel du PNNS-2 (2006-2010) était de réduire de 20 % la prévalence du surpoids et de l'obésité (IMC > 25 kg/m2) chez les adultes (atteindre une prévalence inférieure à 33%) et d'interrompre la croissance de la prévalence du surpoids et de l'obésité chez les enfants (dont les adolescents) (117). Cependant peu d'études étaient disponibles alors pour justifier l'efficacité de stratégies de prévention et de prise en charge du surpoids et de l'obésité chez les adolescents, d'où la mise en place de l'essai PRALIMAP.

L'essai PRALIMAP a été approuvé par le comité consultatif français pour le traitement de l'information dans la recherche en santé (n° 06.376), la commission nationale française pour la protection des données et les libertés (n° 906312), et enregistré sur le site ClinicalTrials.gov (NCT00814554).

2.1.2. Objectifs

L'objectif principal était d'évaluer l'impact de trois stratégies d'intervention – éducation, environnement, dépistage et prise en charge –, appliquées isolément ou en association, sur les connaissances, attitudes et comportements des adolescents vis-à-vis de l'alimentation et de l'activité physique et enfin sur la corpulence par des marqueurs anthropométriques.

Les objectifs secondaires étaient :

- D'apprécier la faisabilité de la mise en place de chacune des stratégies dans les lycées ;
- D'analyser les facteurs psychologiques et sociologiques intervenant dans la compliance et le succès ou l'échec des actions mises en place

2.1.3. Type d'étude et échantillon

Pour répondre à ces objectifs, 24 lycées de Meurthe-et-Moselle, Moselle, Meuse, et Vosges ont participé à l'étude en deux vagues d'inclusion (huit en 2006 et 16 en 2007). Ces lycées ont été sélectionnés aléatoirement parmi les 124 lycées publics que totalisent les quatre départements, en stratifiant sur le département et le type de lycée (général et technologique ou professionnel). Au final les établissements sélectionnés pour être inclus (tous les directeurs d'établissement ont accepté) étaient répartis de la manière suivante :

- Meurthe-et-Moselle : cinq lycées généraux et technologiques, et trois professionnels ;
- Moselle : cinq lycées généraux et technologiques, et trois professionnels ;
- Meuse : trois lycées généraux et technologiques, et un professionnel ;
- Vosges : trois lycées généraux et technologiques, et un professionnel

L'attribution des stratégies d'intervention (éducation, environnement, dépistage et prise en charge) aux lycées a été randomisée en suivait un plan factoriel 2x2x2, ce qui correspondait à un total de 8 groupes (3 lycées par groupe). D'après la **Figure 19**, on observe que :

- Trois lycées ont bénéficié des trois stratégies d'intervention ;
- Trois lycées ont bénéficié des stratégies éducation et dépistage et prise en charge ;
- Trois lycées ont bénéficié des stratégies éducation et environnement ;
- Trois lycées ont bénéficié des stratégies dépistage et prise en charge et environnement ;
- Trois lycées ont bénéficié uniquement de la stratégie éducation ;
- Trois lycées ont bénéficié uniquement de la stratégie dépistage et prise en charge ;
- Trois lycées ont bénéficié uniquement de la stratégie environnement ;
- Trois lycées n'ont bénéficié d'aucune stratégie d'intervention

Les adolescents inscrits dans les lycées inclus étaient éligibles pour la collecte de données. Au total, 5458 adolescents ont participé à l'essai PRALIMAP.

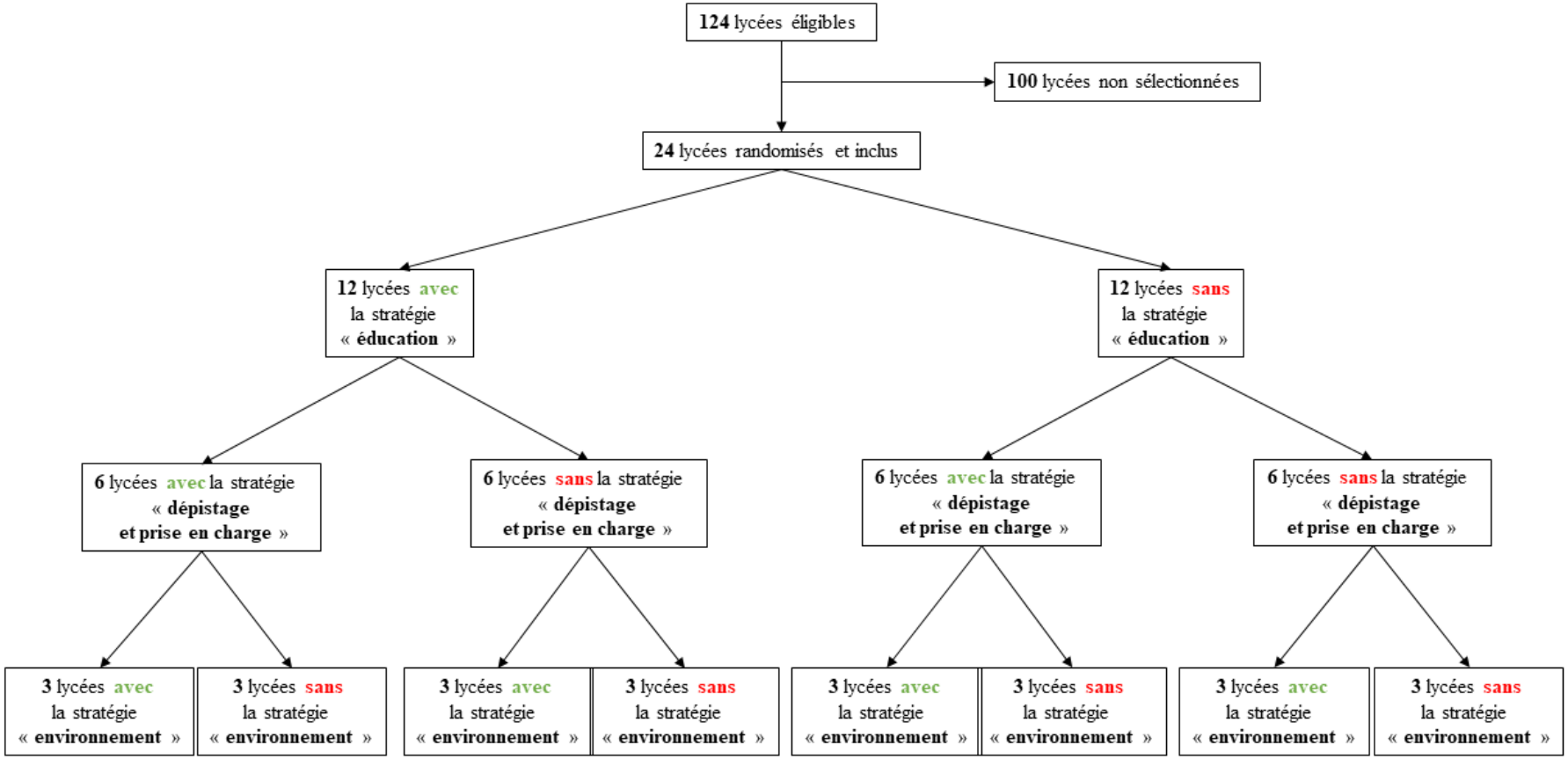


Figure 19 : Diagramme de Flux de l'attribution des stratégies d'intervention aux lycées dans l'essai PRALIMAP

2.1.4. Stratégies d'intervention

Trois stratégies d'intervention ont été testées dans l'essai PRALIMAP :

- **Education** qui vise à développer les aptitudes individuelles des adolescents, à adopter des comportements sains en matière d'alimentation et d'activité physique qui soient conformes aux recommandations. Cette stratégie comportait des heures de cours sur les besoins et apports nutritionnels (e.g. recommandations du PNNS), l'environnement nutritionnel.
- **Environnement** qui a pour but de réaliser des actions sur l'environnement afin de créer dans le lycée, un milieu favorable à des comportements favorables en matière d'alimentation et d'activité physique, en visant d'une part l'offre de restauration et d'autre part, la politique de l'établissement. Ceci se faisait par exemple par des ateliers de dégustation de fruits et de légumes, l'implantation de points d'eau dans le lycée, la proposition de nouvelles possibilités de pratique d'activité physique.
- **Dépistage et prise en charge** pour dépister le surpoids et l'obésité au lycée et mettre en place une prise en charge spécifique des lycéens à risque d'obésité en dehors du lycée. Les personnels de santé des lycées étaient chargés de dépister les adolescents en situation d'obésité ou à risque d'obésité pour leur proposer une prise en charge adaptée. Elle consistait en une équipe éducative spécialisée extérieure au lycée composée de diététiciens, psychologues, éducateurs d'éducation physique, et visait à réaliser un diagnostic individualisé, et à mettre en œuvre des activités de groupes dans le champ de l'alimentation et de l'activité physique.

Ces stratégies ont été appliquées selon une approche universelle, c'est-à-dire sans prise en compte du SSE des adolescents.

2.1.5. Recueil des données et mesures

Les stratégies d'intervention étaient implémentées sur deux années académiques et comprenaient trois temps de mesure (**Figure 20**) :

- T0 : au début de la première année scolaire
- T1 : au début de la deuxième année scolaire
- T2 : au début de la troisième année scolaire pour les lycées généraux et technologiques et à la fin de la deuxième année scolaire pour les lycées professionnels

	Semestre	Vague 1	Vague 2
Année scolaire 2006-2007	1er	1er recueil de données (T0)	
	2ème	*Interventions*	
	3ème		
Année scolaire 2007-2008	1er	2ème recueil de données (T1)	1er recueil de données (T0)
	2ème	*Interventions*	*Interventions*
	3ème	(dernier recueil de données (T2) pour les filières professionnelles)	
Année scolaire 2008-2009	1er	(dernier recueil de données (T2) pour les filières générales)	2ème recueil de données (T1)
	2ème		*Interventions*
	3ème		(dernier recueil de données (T2) pour les filières professionnelles)
Année scolaire 2009-2010	1er		(dernier recueil de données (T2) pour les filières générales)

Figure 20 : Calendrier de l'essai PRALIMAP

Source : Bonsergent Emilie. Efficacité de trois stratégies de prévention du surpoids et de l'obésité à l'adolescence : Un essai avec randomisation en grappes. Thèse de doctorat en Sciences de la Vie et de la Santé, Université de Lorraine, 2012, 455 p

Les données collectées étaient issues du remplissage d'auto-questionnaires par les adolescents, de la base de données du rectorat, et de mesures anthropométriques réalisées par des professionnels de santé. Ces données consistaient en :

- Données sociodémographiques comme l'âge, le sexe, la profession et la catégorie socio-professionnelle des responsables légaux (auto-questionnaire et base de données du rectorat) ;
- Le SSE des adolescents mesurés à partir de l'Indice de Position Sociale des Elèves (IPSE) (118). Il s'agit d'un indice continue développé par le service statistique du ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (119), et qui résume les caractéristiques familiales de l'adolescent (niveau d'éducation des parents, conditions matérielles, capital culturel, implication des parents et pratiques culturelles) ;
- Périmètre abdominal, taille et poids qui permettaient de calculer IMC, le z-score de l'IMC et définir le statut pondéral (normes IOTF) (mesures anthropométriques) ;
- Connaissances nutritionnelles (auto-questionnaire) ;
- Comportement alimentaire (auto-questionnaire Boire Manger Bouger [BMB] (65)) ;
- Activité physique et comportement sédentaire (auto-questionnaire IPAQ (62)) ;
- Troubles du comportement alimentaire (auto-questionnaire *Eating Attitudes Test* [EAT-40] (120,121))
- Symptômes anxio-depressifs (auto-questionnaire *Hospital Anxiety and Depression scale* [HAD] (122,123))
- Qualité de vie (auto-questionnaire *Duke Health profile* (124,125))

2.1.6. Résultats principaux

L'essai PRALIMAP a permis de montrer que des trois stratégies évaluées, le dépistage et la prise en charge était la plus efficace pour réduire la prévalence du surpoids et de l'obésité chez les adolescents en milieu scolaire (126). L'évolution à deux ans des adolescents qui ont bénéficié de la stratégie dépistage et prise en charge était plus favorable que ceux qui n'en ont pas bénéficié pour : l'IMC (augmentation moins importante de 0,11 points ; p = 0,03), le z-

score de l'IMC (diminution plus importante de 0,04 points ; p = 0,02], et la prévalence du surpoids et de l'obésité (diminution plus importante de 1,71% ; p=0.04). Ces résultats seront pris en compte dans les analyses mais ne correspondent pas au sujet de cette thèse.

2.2. Essai de prévention PRALIMAP-INÈS

2.2.1. Rationnel

L'essai PRALIMAP-INES a été réalisé après l'essai PRALIMAP entre 2012 et 2015 et s'inscrivait dans un contexte où la prévalence du surpoids et de l'obésité tendait à se stabiliser chez les adolescents, mais demeurait comme un enjeu de santé publique. La prévalence du surpoids et de l'obésité chez les 6-17 ans est passée de 17,6% (dont 3,3% pour l'obésité) en 2006 à 16,9% (dont 3,9% pour l'obésité) en 2015 (15). Cette évolution n'était pas statistiquement significative. Cependant cette stabilité était le résultat d'une diminution de la prévalence du surpoids et de l'obésité chez les adolescents de SSE élevés, et d'une augmentation chez ceux avec un SSE plus faible. Ceci se traduit par une augmentation des inégalités sociales de corpulence (20,21). L'essai PRALIMAP-INES a ainsi été implémenté pour lutter contre les inégalités sociales de corpulence à l'adolescence en adoptant une approche universelle et proportionnée.

Il a été approuvé par le comité consultatif français pour le traitement de l'information dans la recherche en santé (n° 12.299), par la commission nationale française pour la protection des données et les libertés (n° 912372), par le Comité français de la protection des personnes (n° 2012 / 15), et a été enregistré sur le site ClinicalTrials.gov (n° NCT01688453).

2.2.2. Objectifs

L'objectif principal de l'essai était de comparer l'efficacité d'une stratégie de prise en charge adaptée pour les adolescents de faibles SSE en milieu scolaire et d'une stratégie de prise en

charge standard pour les adolescents de SSE élevés sur la réduction de la prévalence du surpoids et de l'obésité.

Les objectifs secondaires étaient de :

- Montrer qu'une stratégie de prise en charge standard est plus efficace, sur la réduction de la prévalence du surpoids et de l'obésité chez les adolescents de SSE élevés que chez les adolescents de faibles SSE ;
- Evaluer l'efficacité d'une stratégie de prise en charge adaptée chez les adolescents de faibles SSE ;
- Evaluer la persistance des effets de l'intervention un an après la fin de l'intervention

2.2.3. Échantillon et type d'étude

PRALIMAP-INES est un essai mixte avec une partie quasi expérimentale (attribution de la stratégie d'intervention en fonction du SSE des adolescents [faibles SSE = défavorisés ou SSE élevés = favorisés]), et une partie expérimentale randomisée (chez les adolescents avec un faible SSE, un tiers bénéficiait de la stratégie de prise en charge standard et deux tiers bénéficiaient de la stratégie de prise en charge adaptée). Les deux stratégies d'interventions de réduction du surpoids et de l'obésité sont présentées dans la partie 2.2.4. Il s'agissait d'adolescents Vosgiens âgés de 13 à 18 ans, en situation de surpoids ou d'obésité qui étaient inscrits dans des lycées ou collèges publiques (classe de troisième et seconde). Trente-cinq écoles publiques ont participé à l'essai : 22 lycées (7 généraux et technologiques, 12 professionnels et 3 mixtes [généraux, technologiques et professionnels]) et 13 collèges. Les adolescents ont été recrutés lors d'une session d'inclusion (T0) organisée dans chaque école sur trois années académiques : 2012-2013, 2013-2014 et 2014-2015. Les adolescents ont été mesurés (poids, taille, tour de taille) et, lorsqu'ils étaient éligibles (excès de poids : IMC supérieur au seuil de surcharge pondérale de l'IOTF (81) réduit de 1 kg/m² pour l'âge et le sexe et/ou avec un tour de taille supérieur à la

valeur limite de McCarthy pour l'âge et le sexe (127), ils ont été invités à remplir des questionnaires et à se rendre à une visite médicale. Lors de la visite médicale, les médecins recueillaient les demandes des adolescents pour bénéficier ou non d'une stratégie de prise en charge du surpoids ou de l'obésité. Si le surpoids ou l'obésité était confirmé, un trouble alimentaire était suspecté ou si l'adolescent demandait une prise en charge du surpoids ou de l'obésité, le médecin proposait d'inclure l'adolescent dans l'étude. Au final, 1419 adolescents ont été inclus dans PRALIMAP-INES (T0). Le processus d'inclusion est présenté dans la **Figure 21**. Les adolescents avec un SSE élevé bénéficiaient de la stratégie de prise en charge standard, et les adolescents avec une SSE faible bénéficiaient soit de la stratégie de prise en charge standard soit de la stratégie de prise en charge adaptée.

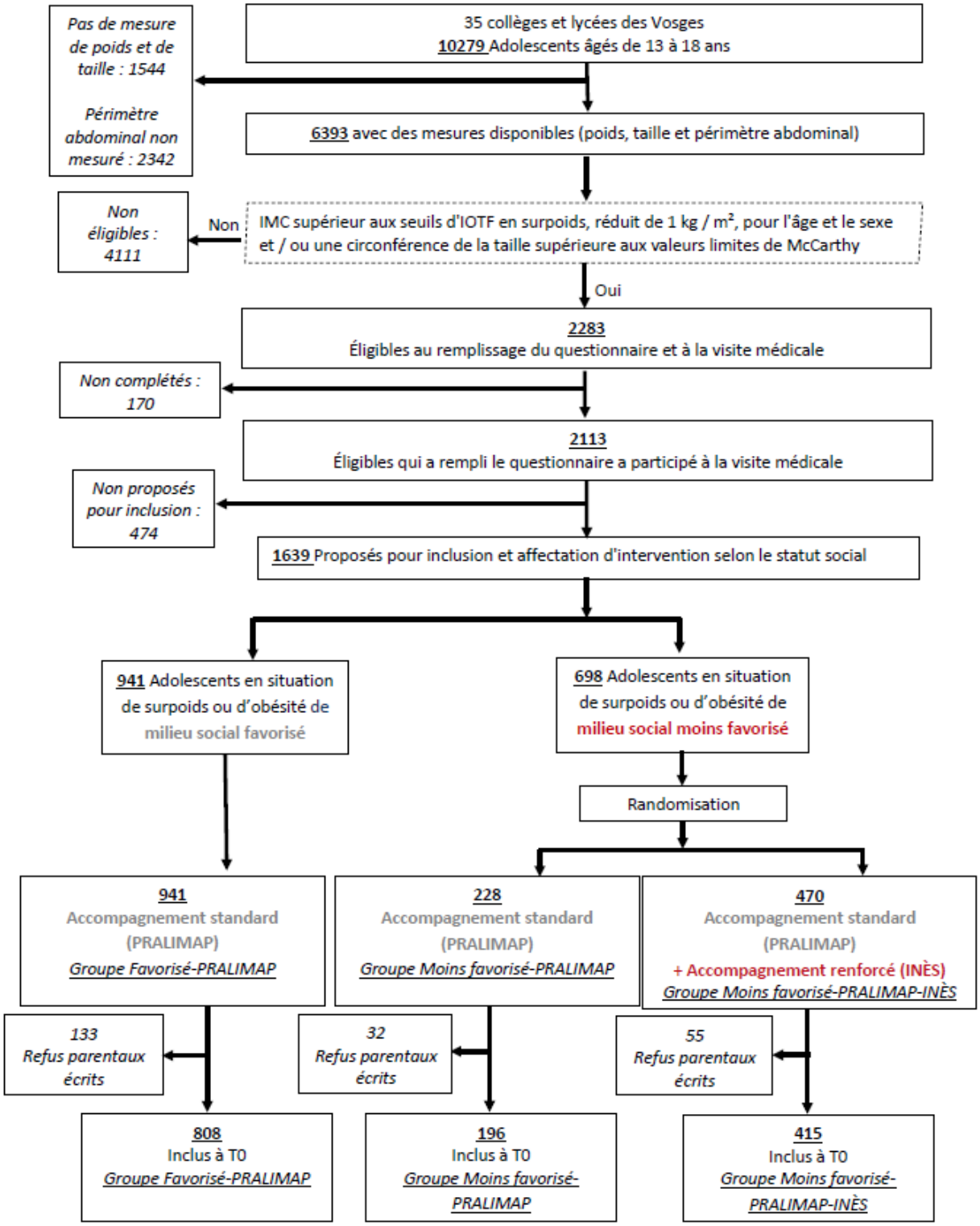


Figure 21 : Diagramme de flux de l'essai PRALIMAP-INES

Source : Langlois Johanne. Activité physique, sédentarité, inégalités sociales, surpoids et obésité à l'adolescence : contribution de PRALIMAP et PRALIMAP-INÈS, recherches interventionnelles en milieu scolaire. Thèse de doctorat en Sciences de la Vie et de la Santé, Université de Lorraine, 2017, 267 p

L’étude consistait en trois comparaisons :

- Equivalence de la stratégie de prise en charge adaptée pour les adolescents de faibles SSE et de la stratégie standard pour ceux de SSE élevés ;
- Supériorité de la stratégie standard pour les adolescents de SSE élevés par rapport à la stratégie standard pour ceux de faibles SSE ;
- Supériorité de la stratégie adaptée pour les adolescents de SSE faibles par rapport à la stratégie standard pour les adolescents de SSE faibles

2.2.4. Stratégies d’intervention

L’essai PRALIMAP-INES comprenait deux stratégies de prise en charge :

Prise en charge standard :

- Cinq séances collectives de deux heures portant sur les pratiques nutritionnelles (alimentation et activité physique) et les changements favorables de comportements nutritionnels. Ces séances étaient organisées dans les lycées et encadrées par une équipe pluridisciplinaire (médecins nutritionnistes, diététiciens, psychologues et éducateurs sportifs) ;
- Des relances téléphoniques (appels ou SMS) sont effectuées auprès des adolescents, avant chaque séance pour assurer une motivation et une participation optimale

Prise en charge adaptée : Des activités adaptées ont été proposées aux adolescents de faibles SSE afin de surmonter les obstacles à la pratique d’activité physique et à une alimentation équilibrée.

- Dans une démarche de sollicitation renforcée, une invitation et une explication orale de l'essai PRALIMAP-INES était réalisée auprès des parents et adolescents ainsi qu'une prise de contact lorsque des adolescents ne participaient pas aux activités ;
- Réunion de concertation pluridisciplinaire afin de changer les perceptions et les pratiques des professionnels sur les particularités individuelles des adolescents de faibles SSE ;
- Entretiens motivationnels et en activité physique pour construire et maintenir la motivation, identifier et surmonter les barrières à la pratique d'activité physique et au comportement sédentaire ;
- Participation à l'achat d'une licence à l'association de sport de l'établissement et à l'achat de matériel pour pratiquer une activité physique à hauteur de 40€, pour pallier aux difficultés financières ;
- Mise à disposition d'un livret présentant les activités physiques disponibles localement et les dispositifs d'aides financières pour améliorer l'accès des adolescents à l'information ;
- Ateliers cuisines réalisés collectivement sous la forme de deux séances d'une heure et demi et supervisés par un diététicien ;
- Promotion de la santé par les pairs et défis réalisés sur Facebook pour pallier aux différences socio-culturelles qui existent entre les adolescents de faibles SSE et les professionnels de la santé qui proposent les activités ;
- Prise en charge spécialisée à l'hôpital pour améliorer l'accès à une médecine spécialisée des problèmes en lien avec l'obésité, et bénéficier d'une approche multidisciplinaire combinant un bilan médial complet et une éducation thérapeutique de l'adolescent

2.2.5. Recueil des données et mesures

Les stratégies d'intervention étaient implémentées pendant une année académique et suivies d'une année académique sans interventions. L'essai comprenait 3 temps de mesure (**Figure 22**) :

- T0 : au début de la première année scolaire ;
- T1 : au début de la deuxième année scolaire ;
- T2 : à la fin de la deuxième année scolaire

Aux trois temps de mesure, les données été obtenues à l'aide de questionnaires auto-administrés aux adolescents, de la base de données du rectorat et de mesures anthropométriques réalisées par des professionnels de santé. Ces données comprenaient :

- Des données sociodémographiques comme l'âge, le sexe et la catégorie socio-professionnelle du responsable de famille (base de données du rectorat), le SSE (auto-questionnaire *Family Affluence Scale* (FAS) (128)) ;
- Le périmètre abdominal, le poids, la taille qui permettaient de calculer l'IMC, le z-score de l'IMC et définir le statut pondéral (normes IOTF) (mesures anthropométriques) ;
- Comportement alimentaire (auto-questionnaire de fréquence alimentaire) ;
- L'activité physique et comportement sédentaire (auto-questionnaire IPAQ (62)) ;
- Les troubles du comportement alimentaire (auto-questionnaire *Eating Attitudes Test* [EAT-40] (120,121)) ;
- Les symptômes anxio-depressifs (auto-questionnaire *Hospital Anxiety and Depression scale* [HAD] (122,123)) ;

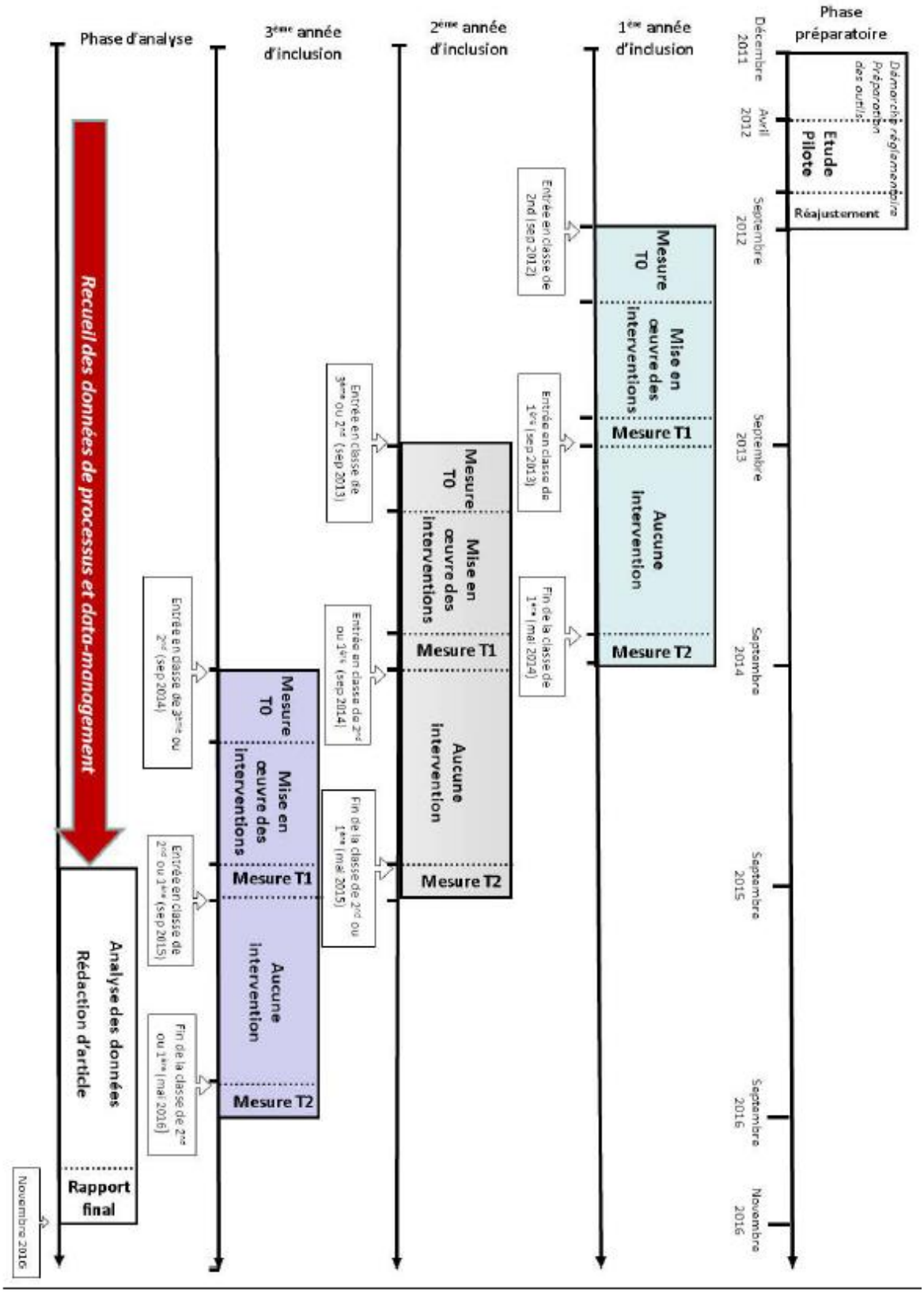


Figure 22 : Calendrier de l'essai PRALIMAP-INES

Source : Langlois Johanne. Activité physique, sédentarité, inégalités sociales, surpoids et obésité à l'adolescence : contribution de PRALIMAP et PRALIMAP-INÈS, recherches

interventionnelles en milieu scolaire. Thèse de doctorat en Sciences de la Vie et de la Santé, Université de Lorraine, 2017, 267 p

2.2.6. Résultats principaux

L'essai PRALIMAP-INES a permis de montrer qu'une stratégie de prévention universelle et proportionnée permettait de réduire les inégalités sociales de corpulence chez des adolescents scolarisés en situation de surpoids ou d'obésité, notamment chez les filles (129). L'évolution du z-score de l'IMC était plus favorable (diminution) chez les filles socialement moins favorisées et ayant bénéficié d'une stratégie renforcée que chez les filles socialement plus favorisées et ayant bénéficié d'une stratégie standard (β = -0,06 ; intervalle de confiance [IC] 95% = [-0,1 ; -0,0] ; p = 0.01). Chez les garçons, il n'a pas été mis en évidence d'évolution différentielle (β = 0,02 ; IC95% = [-0,0 ; 0,1]; p = 0,41). Ces résultats seront pris en compte dans les analyses mais ne correspondent pas au sujet de cette thèse.

3. Partie 3 : Axes de recherche

Cette partie présente, axe par axe, les différents travaux réalisés dans le cadre de cette thèse.

3.1. Axe 1 : Description des modes de vie et répartition en fonction du milieu social des adolescents

Les travaux de cet axe visaient à décrire les modes de vie et leurs répartitions en fonction du SSE des adolescents (**Figure 23**). Les données de l'essai PRALIMAP et PRALIMAP-INES ont été utilisées.

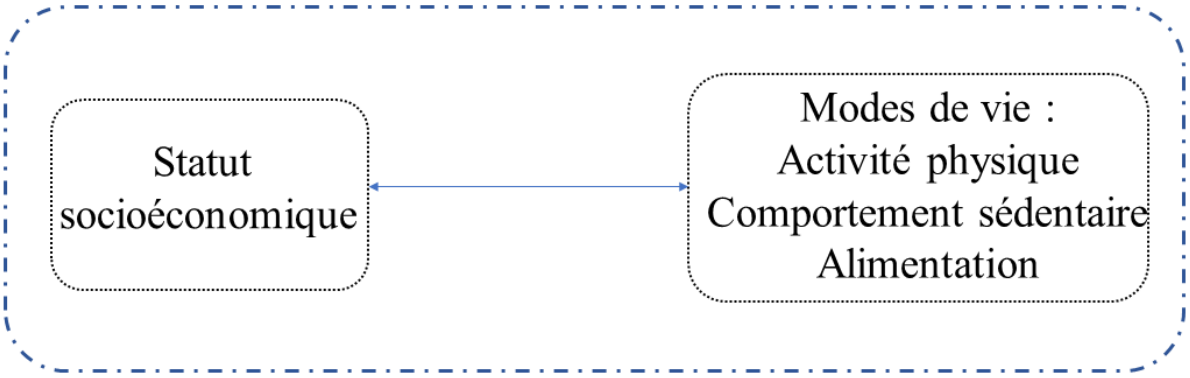


Figure 23 : Schéma illustratif du premier axe de la thèse

3.1.1. Étude du gradient social d'activité physique, de comportement sédentaire et de corpulence chez des adolescents en situation de surpoids ou d'obésité

3.1.1.1. Contexte

Si certains travaux mettent en évidence des gradients sociaux d'activité physique et de comportement sédentaire, d'autres ne les révèlent pas, possiblement dû à la multi dimensionnalité de l'activité physique et du comportement sédentaire. Lorsqu'étudiés, les gradients sociaux d'activité physique et de comportement sédentaire devraient donc l'être en fonction de leurs différentes dimensions. Par ailleurs, le gradient social de corpulence pourrait être lié aux gradients sociaux d'activité physique et de comportement sédentaire, et

potentiellement de manière différente en fonction du comportement. Le but de cette étude était d'examiner (1) les associations entre le SSE et l'activité physique, le comportement sédentaire et le statut pondéral et (2) l'association de l'activité physique et du comportement sédentaire avec le gradient social corpulence chez les adolescents scolarisés.

3.1.1.2. Méthodes

Les données à l'inclusion de 1 935 adolescents âgés de 13 à 18 ans en situation de surpoids ou d'obésité qui ont participé à l'essai PRALIMAP-INÉS ont été utilisées. L'auto-questionnaire IPAQ a été utilisé pour recueillir les données sur la pratique d'activité physique et le comportement sédentaire des adolescents. Le SSE a été défini à partir des réponses des adolescents à l'auto-questionnaire FAS. La corpulence a été évaluée par l'IMC et le z-score de l'IMC. Les gradients sociaux de corpulence, d'activité physique et de comportement sédentaire ont été décrits comme une association linéaire entre le SSE et la corpulence, l'activité physique et le comportement sédentaire. L'association des comportements avec le gradient social de corpulence a ensuite été étudiée en ajustant ce dernier sur l'activité physique et/ou le comportement sédentaire.

3.1.1.3. Résultats

Plus le SSE des adolescents était élevé, plus la pratique d'activité physique était élevée, notamment la fréquence, l'activité physique intense et l'activité physique de loisirs, et de manière plus prononcée chez les filles que chez les garçons. Globalement, il n'a pas été mis en évidence d'association entre le SSE et le comportement sédentaire, peu importe le sexe. Un gradient social de corpulence a été décrit pour l'IMC et le z-score de l'IMC, plus marqué chez les garçons que chez les filles. Le gradient social de corpulence chez les adolescents était principalement associé à l'activité physique (5,7 % à 8,1 %) plutôt qu'au comportement sédentaire (2,7 % à 5,7 %). De plus, près de 14 % du gradient social de corpulence (en utilisant

le z-score de l'IMC comme indicateur de corpulence) pourrait être lié à un effet combiné de l'activité physique et du comportement sédentaire, surtout chez les garçons.

Ce travail suggère ainsi que la promotion d'une activité physique régulière chez les adolescents de faibles SSE pourrait être un moyen efficace de réduire les inégalités sociales de corpulence. En conséquence, les actions visant à prévenir le surpoids et l'obésité par la promotion de l'activité physique pourraient inclure une approche adaptée au SSE des adolescents. Plus précisément, une prise en charge renforcée des adolescents de faibles SSE pourrait contribuer à réduire les inégalités sociales de corpulence. Cependant, étant donné le caractère transversal de cette étude, d'autres longitudinales sont nécessaires pour confirmer ces conclusions.

3.1.1.4. Article

Ce travail a été publié dans une revue internationale avec comité de lecture :

Omorou AY, **Manneville F**, Langlois J, Legrand K, Böhme P, Muller L, Guillemin F, Briançon S, Lecomte E. Physical activity rather than sedentary behaviour is socially determined in French adolescents with overweight and obesity. *Preventive Medicine*. mai 2020;134:106043 (130)

Preventive Medicine 134 (2020) 106043

Contents lists available at ScienceDirect

Preventive Medicine

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ypmed

Physical activity rather than sedentary behaviour is socially determined in French adolescents with overweight and obesity

Abdou Y. Omorou[a,b], Florian Manneville[b,*], Johanne Langlois[b,c], Karine Legrand[a,b], Philip Böhme[d], Laurent Muller[b], Francis Guillemin[a,b], Serge Briançon[a,b], Edith Lecomte[c], the PRALIMAP-INÈS Trial Group (Philip Böhme, Serge Briançon, Rozenn De Lavenne, Cécile Gailliard, Johanne Langlois, Edith Lecomte, Karine Legrand, Laurent Muller, Abdou Y. Omorou, Céline Pourcher, Marie-Hélène Quinet, Laura Saez, Elisabeth Spitz, Brigitte Toussaint)

[a] CHRU-Nancy, INSERM, University of Lorraine, CIC, Clinical Epidemiology, F-54000 Nancy, France
[b] University of Lorraine, APEMAC, F-54000 Nancy, France
[c] National Conservatory of Arts and Crafts (CNAM), F-54000 Nancy, France
[d] Department of diabetology, metabolic diseases and nutrition, Nancy University Hospital, F-54000 Nancy, France

ARTICLE INFO

Keywords:
Physical activity
Sedentary behaviour
Adolescents
Weight social gradient

ABSTRACT

Social differences in prevalence of overweight and obesity among adolescents, known as the weight social gradient, could be explained by differences in behaviours between social classes. This study examined the respective association of physical activity (PA), sedentary behaviour (SB) and weight status with adolescents' socioeconomic status. We used cross-sectional data for 1935 adolescents (13–18 years old) with overweight or obesity who participated in the PRALIMAP-INÉS (PRomotion de l'ALImentation et de l'Activité Physique - INÉgalités de Santé) trial conducted in northeastern France between 2012 and 2015. Adolescents completed the International Physical Activity Questionnaire for PA and SB and the Family Affluence Scale for socioeconomic status. Weight status was assessed by the body mass index (BMI) and BMI z-score. Social gradient of weight status, PA and SB were described according to the Family Affluence Scale (slopes) and evidenced by the linear trend test (p). Adolescents' socioeconomic status was positively associated with PA practice (frequency, vigorous PA and leisure-time PA), but there was no association with their SB. The results confirmed a significant weight social gradient: BMI ($\beta = 0.37, p < .0001$) and BMI z-score ($\beta = 0.07, p = .0001$). The weight social gradient in adolescents was mostly associated with PA (5.7% to 8.1%) rather than SB (2.7% to 5.7%). Nearly 14% of BMI z-scores could be related to a combined PA and SB effect. PA was found an important factor of weight social gradient in adolescence. Actions aimed at preventing weight social inequalities among adolescents could include PA promotion as lever.

Clinical trials registry and number: ClinicalTrials.gov (NCT01688453).

1. Introduction

Adolescents' overweight and obesity prevention has become a public health priority because of its increasing prevalence worldwide. In France, the overweight and obesity prevalence is estimated at about 16.9% (3.9% for obesity) among youth aged 6–17 years (Verdot et al., 2017). This situation mainly, linked to health-related behaviours developed during youth (Milligan et al., 1997; Telama, 2009), increases the likelihood of being obese in adulthood (Simmonds et al., 2016; Singh et al., 2008) with several undesirable health consequences.

Physical activity (PA) and sedentary behaviour (SB) are behaviours known to play potentially a major role in contributing to the obesity epidemic (So, 2013; Tremblay et al., 2011). Daily PA and/or low SB are often associated with normal weight status in adolescents (WHO|Physical activity and young people, 2020). Engaging in PA is now widely accepted as an effective preventive measure for numerous health risk factors, including obesity, across all ages and both genders (Janssen and Leblanc, 2010; Warburton et al., 2010). Moreover,

* Corresponding author at: University of Lorraine, Faculty of Medicine - EA 4360 APEMAC, 9 avenue de la Forêt de Haye, 54505 Vandoeuvre-lès-Nancy, France.
E-mail address: florian.manneville@univ-lorraine.fr (F. Manneville).

https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2020.106043
Received 24 May 2019; Received in revised form 24 January 2020; Accepted 22 February 2020
Available online 22 February 2020
0091-7435/ © 2020 Elsevier Inc. All rights reserved.

watching TV for > 2 h per day was found associated with unfavourable body composition (Tremblay et al., 2011). Several French public health interventions (Briançon et al., 2010; Simon et al., 2006) were implemented to prevent and reduce overweight and obesity among adolescents by promoting favourable changes in PA and SB. The effectiveness of one of these interventions was found to be partly explained by favourable changes in PA and SB (Omorou et al., 2015). It consisted in detecting overweight, obesity and eating disorders in adolescents whatever their socioeconomic status (SES) and proposing, an adapted care management led by a multidisciplinary team (e.g. sport educator, dietician, psychologist) (Briançon et al., 2010). Therefore, PA increase and SB decrease related to interventions seem to be a pathway for reducing overweight/obesity in adolescents.

Despite the relatively recent stability of overweight/obesity prevalence, it is still increasing in socially less advantaged populations, thus resulting in social inequalities in weight status (Barriuso et al., 2015; You and Choo, 2016). Such inequalities are systematic, socially produced (and therefore modifiable) and unfair differences in weight status (Whitehead and Dahlgren, 2006), and are observed along a weight social gradient (WSG) (Akkoyun-Farinez et al., 2018; Manneville et al., 2019). Adolescents overweight and obesity prevalence linearly decrease with increasing SES (Barriuso et al., 2015; Devaux and Sassi, 2013; Dinsa et al., 2012).

Beside the importance of mental health in explaining the causes of social inequalities in health, a cultural and behavioural theory was proposed. The link between SES and health results from differences between socioeconomic classes in terms of health-related behaviours (Bambra, 2011). Specifically, unhealthy behaviours (e.g. unbalanced diet, low physical activity practice and high sedentary behaviour) (Collins, 2004; Hanson and Chen, 2007; Lewis et al., 2016; Maher and Olds, 2011; Martins et al., 2015; Mielke et al., 2017; Stalsberg and Pedersen, 2010) would be unfairly over-represented in disadvantageous social classes, and differences in representations of behaviours between social classes would result in a social gradient of behaviours. Even if this theory is supported by several works, the social gradient of PA and SB is not consistently found among adolescents in the literature (Langlois et al., 2017; O'Donoghue et al., 2018; Pate et al., 2011; Sherar et al., 2016; Stalsberg and Pedersen, 2010). In a cross-sectional study (Langlois et al., 2017), the authors aimed to identify socioeconomic factors associated with total energy expenditure among French school-aged adolescents but did not evidence such association. Inconsistency in gradient of PA and SB in the literature may be explained by the multidimensional nature of PA and SB. PA comprises several components (Barisic et al., 2011) and SB is domain-specific (Tremblay et al., 2017) which should be considered when investigating the social gradient of such behaviours. In that way, social gradient of PA and SB could contribute to the WSG, but could not have equal effect on the latter.

The hypotheses of the study were as follows:

- a significant and positive correlation is expected between PA and SES;
- a significant and negative correlation is expected between SB, weight status and SES;
- social gradient of PA and SB are expected to be differentially associated with WSG

The purpose of this study was to examine (1) the associations between SES and PA, SB and weight status and (2) the association of PA and SB with WSG among school-aged adolescents.

2. Materials and methods

2.1. PRALIMAP-INÈS trial

This study was a secondary analysis of the PRALIMAP-INÈS trial baseline data, a mixed, prospective, multicentre trial that aimed to evaluate the effectiveness of a school-based intervention to address social inequalities in adolescent overweight. It was conducted in North-Eastern France schools and included adolescents (13–18 years old) with overweight or obesity who were attending state-run middle (grade 9) or high (grade 10) schools. Thirty-five state-run schools participated: 22 high schools (7 general and technological, 12 vocational and 3 mixed [general, technological and vocational courses]) and 13 middle schools. Adolescents were recruited during an inclusion session (T0) organised in each school over three academic years: 2012–2013, 2013–2014 and 2014–2015. Adolescents were measured (weight [Seca 877 scale], height, waist circumference) with the same instruments across schools and when eligible (weight excess: body mass index [BMI] greater than the International Obesity Task Force [IOTF] overweight threshold (Cole et al., 2000) reduced by 1 kg/m^2 for age and sex and/or with waist circumference greater than the McCarthy cut-off value for age and sex (McCarthy et al., 2001)), they were invited to complete questionnaires and have a medical visit. The IOTF overweight threshold was reduced in order to include adolescents with behavioural profiles (e.g. eating disorders or symptoms of anxiety and depression) that are related and could lead to overweight or obesity (Fox et al., 2016; Golden et al., 2016). During the medical visit, physicians collected adolescents' requests to benefit or not from excess weight management. If the excess weight was confirmed, an eating disorder was suspected or the adolescent requested excess weight management, the physician proposed that the adolescent be included in the study. Thereafter, the physician gave an information letter addressed to parents and included a reply slip for refusing or agreeing to be in the trial. Adolescents were included in the trial unless parents returned a written refusal for participation in interventions. More details on the design, including sample size calculation, of the PRALIMAP-INÈS trial are given elsewhere (Legrand et al., 2017). The trial was approved by the French consultative committee for treating information in health research (no. 12.299), the French National Commission for Data Protection and Liberties (no. 912372), the French Persons Protection Committee (no. 2012/15) and was registered at ClinicalTrials.gov (NCT01688453).

2.2. Study sample

This study sample included eligible adolescents who completed the PRALIMAP-INÈS inclusion questionnaires. Among the 8735 students with available anthropometric measurements, 2283 were eligible for the PRALIMAP-INÈS trial. A total of 1935 eligible adolescents completed the questionnaires and constituted our study sample.

2.3. Measurements

2.3.1. Physical activity and sedentary behaviour

PA was assessed by the validated short version of the International Physical Activity Questionnaire (Craig et al., 2003), a self-reported questionnaire based on the declaration of PA performed in the previous 7 days. The results allow for estimating the frequency (number/week) and the duration (minutes/day) for three types of activities: vigorous, moderate and walking. Frequency, type and duration of PA were used to calculate the energy expenditure due to PA by using scoring guidelines (IPAQ scoring protocol - International Physical Activity Questionnaire, n.d.). SB was measured with an ad-hoc questionnaire by sitting time during school and weekend days in various contexts: school, transportation, screen-time (TV viewing/computer/video games) and other leisure-time (sitting with friends). Adolescents were asked to answer questions about time spent sitting during a day (minutes/day). Duration of sitting time was calculated for school, transportation, screen-time and other leisure time as well as total sitting time.

2.3.2. Socioeconomic status

The SES of adolescents was assessed by the widely used Family

Affluence Scale developed by the WHO (Boyce et al., 2006). It is a self-administered questionnaire, validated among French adolescents, and consisting of 4 items that explore the availability of family cars, personal bedrooms, family computers and opportunities for family holidays. A composite family affluence score is calculated for each adolescent based on his/her answer to the four items. This score ranges from 0 (low affluence) to 9 (high affluence). For example, to the item "How many computers does your family own?", adolescents could answer "None", "One", "Two", "More than two" which respectively correspond to a score of 0, 1, 2, 3. The Family Affluence Scale score was categorised in 5 classes: [0–2] highly less advantaged, [3–4] less advantaged, [5–6] intermediate, [7–8] advantaged, [9] highly advantaged.

2.3.3. Anthropometric data

Clinical research or trained school nurses measured weight and height at T0 twice. Weight indicators were the BMI and BMI z-score. The BMI z-score represents an age- and sex-specific BMI according to the WHO reference and allows for directly comparing of BMI changes between boys and girls of different ages (Onis et al., 2007).

2.3.4. Socio-demographic data

Sociodemographic measures were obtained from the French Board of Education database and completed self-administered questionnaires and were used to describe the study sample. Data consisted of age, sex, school type (vocational high school, general high school or middle school [secondary education in France involves a progression from middle school to either a general high school or a vocational high school]), social and professional class of the family head, school boarding status (non-boarder [adolescents take lunch and sleep at home], half-boarder [adolescents take lunch at school but sleep at home] or full boarder [adolescents take lunch and sleep at school]) and family status (two-parents, single parent or other).

2.4. Statistical analysis

Descriptive statistics (mean ± SD, quartiles and median for continuous variables, and number [%] for categorical variables) were used to assess socio-demographic characteristics, weight status, PA and SB of the study sample. Two sets of statistical analyses were performed to investigate the social gradient of PA and SB and its association with WSG.

First, the social gradient of PA and SB was assessed as a linear association between PA, SB and SES (by classes of the Family Affluence Scale) using linear regression models adjusted for age and sex. For these analyses, SES was used as categorical variable to measure differences between social classes and the "highly advantaged" adolescents constituted the reference group. The same analyses were repeated using SES as a discrete variable. The significance of the linear trend test revealed the presence of a social gradient of PA and SB and the slope (beta) indicated its magnitude.

Second, the association of PA and SB with WSG was investigated. The WSG was analysed by linear regression model adjusted for age and sex (Model 1). Then, the effect size of PA and/or SB on WSG was determined by adjusting the model 1 for PA (Model 2), SB (Model 3), PA and SB (Model 4). Adjusted R^2 values were computed to reflect the contribution of PA and SB variables in models. The effect size was calculated as follows and represented the percentage of the association due to PA and/or SB:

$$\Delta = \left| \frac{(\beta_2 - \beta_1)}{\beta_1} \right| * 100$$

Δ = effect size of PA and/or SB

β_1 = regression coefficient of the association between weight status and SES

β_2 = regression coefficient of the association between weight status and SES adjusted for PA and/or SB

All data were analysed by sex (available in Supplementary Tables 1–7).

Statistical analyses involved use of SAS 9.4 (SAS Inst., Cary, NC, USA).

Table 1
Sociodemographic characteristics of adolescents (n = 1935).

	N	%
Age. Mean (SD)	1935	15.3 (0.7)
Sex		
Boys	859	44.4
Girls	1076	55.6
School type		
Vocational high school	642	33.2
General high school	968	50.1
Middle school	324	16.8
School boarding status		
Non-boarder	344	18.0
Half-boarder	1100	57.6
Full boarder	467	24.4
Family status		
Two-parents	1655	85.5
Single parent	234	12.1
Other	46	2.4
Social and professional class of the family		
Executives	236	12.2
Farmers. craftsmen	247	12.8
Intermediate jobs	372	19.3
Employees[a]	442	22.9
Workers[a]	475	24.6
Other	156	8.1
Family affluence scale score. Mean (SD)	1935	5.9 (1.7)
Social classes		
Highly less advantaged [0–2]	60	3.1
Less advantaged [3–4]	363	18.8
Intermediate [5–6]	794	41.0
Advantaged [7–8]	594	30.7
Highly advantaged [9]	124	6.4

Data are no. (%) unless indicated. SD: standard deviation.
[a] A worker is a person who performs a work that is primarily manual and an employee is a person who performs a work that is primarily intellectual.

3. Results

3.1. Socio-demographic characteristics

Socio-demographic characteristics of the study sample are presented in Table 1. The mean age was 15.3 (± 0.7) years, about half of the study sample was girls (55.6%), half-boarders (57.6%), general high school attenders (50.1%) and children of employees or manual workers (47.5%). The mean Family Affluence Scale score was 5.9 (± 1.7) and the social classes were distributed as followed: highly less advantaged (n = 60, 3.1%), less advantaged (n = 363, 18.8%), intermediate (n = 794, 41%), advantaged (n = 594, 30.7%) and highly advantaged (n = 124, 6.4%).

3.2. Weight status, PA and SB characteristics

Table 2 describes the weight status, PA and SB of the study sample. The mean BMI was 25.6 (± 3.8) kg/m^2 and mean BMI z-score 1.4 (± 0.7). The total duration of PA was 149.2 (± 92.9) minutes/day. Walking was the most frequent PA (4 days/week) and vigorous PA was the longest (72.1 min/day). Overall, 57.6% of adolescents had a leisure-time PA. During weekdays, school time (7 h/day) represented the most important context for SB, whereas for the weekend, screen-time (3 h 15 min/day) represented the most important context. Boys were more physically active and more sedentary than were girls (Supplementary

Table 2
Weight status, physical activity and sedentary behaviour of adolescents (n = 1935).

	Mean	SD	Q1	Median	Q3
Weight status					
BMI (kg/m^2)	25.6	3.8	23.2	24.7	27.2
BMI z-score	1.4	0.7	1.0	1.3	1.9
Physical activity					
Vigorous PA					
Frequency (days/week)	1.9	1.8	0.0	2.0	3.0
Duration (minutes/day)	72.1	57.7	0.0	67.5	120.0
Energy expenditure (MET. Minute/week)	1439.6	1608.9	0.0	960.0	1920.0
Moderate PA					
Frequency (days/week)	2.4	2.0	1.0	2.0	3.0
Duration (minutes/day)	64.7	52.6	20.0	60.0	100.0
Energy expenditure (MET. Minute/week)	717.9	773.9	240.0	480.0	960.0
Walking					
Frequency (days/week)	4.0	2.7	1.0	5.0	7.0
Duration (minutes/day)	19.2	21.2	10.0	15.0	24.3
Energy expenditure (MET. Minute/week)	302.1	315.4	66.0	231.0	429.0
Total PA					
Duration (minutes/day)	149.2	92.9	81.4	145.0	210.0
Energy expenditure (MET. Minute/week)	2468.6	2136.5	960.0	1911.0	3422.0
Total PA levels, %					
Low	29.9				
Moderate	39.3				
High	30.8				
Leisure-time PA practice, %					
Yes	57.6				
Sedentary behaviour					
Week days (minutes/day)					
School-time	423.6	184.3	360.0	420.0	480.0
Transportation	63.3	95.8	15.0	40.0	60.0
Screen-time (TV/computer)	117.8	130.0	45.0	90.0	150.0
Other leisure-time	103.3	127.9	30.0	60.0	120.0
Total sitting	700.5	342.6	540.0	660.0	780.0
Week-end days (minutes/day)					
School-time	51.2	127.5	0.0	0.0	30.0
Transportation	55.7	83.8	0.0	30.0	60.0
Screen-time (TV/computer)	195.7	187.9	60.0	120.0	240.0
Other leisure-time	147.5	171.8	30.0	120.0	180.0
Total sitting	437.7	348.5	210.0	360.0	600.0

BMI: Body Mass Index; PA: Physical Activity; SD: Standard Deviation; Q1: first quartile; Q3: third quartile Data are mean (SD) unless indicated.

Table 1).

3.3. Socioeconomic gradient of PA and SB

A significant association was found between PA and SES of adolescents (Table 3). Each decrease in SES was associated with a significant decrease of 0.2 days/week PA frequency for vigorous ($p < .0001$) and moderate PA ($p = .0007$) and 0.3 days/week for walking ($p = .0001$). Only duration of vigorous PA was linearly associated with SES (each decrease in SES was associated with a significant 4.9 min/day decrease in PA duration, $p = .006$). Energy expenditure significantly decreased by 163.1 MET.minutes/week for vigorous PA ($p < .0001$), 40.6 MET.minutes/week for moderate PA ($p = .04$), 19.0 MET.minutes/week for walking ($p = .02$) and 205.6 MET.minutes/week for total PA ($p = .0001$), for each decrease in SES. The social gradient of PA was more pronounced for girls than boys (Supplementary Tables 2–3). The proportion of adolescents practicing leisure-time PA linearly increased from 48% for the highly less advantaged group to 76% for the highly advantaged group (Fig. 1). No significant association was observed between SB and SES whatever the context of SB or the period except for weekend days' transportation ($p = .02$) (Table 4). Analyses by sex showed a social gradient of SB for weekend days' transportation only among girls (Supplementary Tables 4–5).

3.4. Effect of PA and SB on WSG

There was a significant WSG to the detriment of less advantaged adolescents (Table 5, Model 1). The lower the SES, the higher the weight status for BMI ($\beta = 0.37$; 95% confidence interval (CI) [0.19; 0.55], $p < .0001$) and BMI z-score ($\beta = 0.07$; 95%CI [0.03; 0.11], $p = .0001$). When adjusting the Model 1 for PA (Model 2), the effect size of BMI varied by 8.1% (from 0.37, 95%CI [0.19; 0.55] to 0.34, 95%CI [0.15; 0.54]) and the effect size for the BMI z-score changed by 5.7%. As compared with the effect of PA on the association of SES and weight status, the effect of SB was lower for the BMI (2.7%) and equal for the BMI z-score (5.7%) (Model 3). The combined effect of PA and SB on the association between weight status and SES was 10.8% for BMI and 14.3% for BMI z-score (Model 4). These associations were significant among boys but not girls (Supplementary Tables 6–7).

4. Discussion

This study examined whether there was a social gradient in adolescents' PA and SB and the consistency with WSG. The social gradient of PA was more pronounced among girls than boys, with strong consistency with the WSG. Highly advantaged adolescents were more likely to engage in regular PA and less likely to have excess weight than their less advantaged counterparts. The social gradient of PA was mostly related to frequency, vigorous and leisure-time PA. There was no significant association between SES and SB whatever the context. SB, and more so PA, significantly affected the association between SES and weight status, which reflects the potential mediating effect of PA and SB on the association between weight status and SES.

This study identified a clear social gradient in PA among school-aged adolescents with overweight/obesity characterised by a significant and linear association between PA and SES to the detriment of socially less advantaged adolescents. Our finding agrees with literature (Lewis et al., 2016). Moderate to vigorous PA was found to be associated with SES in children but school facilities and policies supporting PA were not associated with the amount of moderate to vigorous PA undertaken by students during school hours (Lewis et al., 2016). It suggests that a social gradient in PA is not supported by socioeconomic differences in school facilities, sports, and policies supporting PA (Lewis et al., 2016). Therefore, the social gradient in PA may be related to PA practiced outside school.

The association of SES and PA differed according to PA component. SES was strongly associated with PA frequency, vigorous and leisure-time PA, reflecting differences in regularity, intensity and context of PA. Socially advantaged adolescents were more likely to engage in regular and more intensive leisure-time PA than were less advantaged adolescents. Similar results (Maher and Olds, 2011) suggest that socioeconomic gradients are largely driven by differences in sport participation. Some literature stress that it may be due to advantaged families' enhanced ability to pay for sporting club membership fees, provide instrumental support for their children's PA outside of school hours or encourage their children to engage in PA (Collins, 2004; Martins et al., 2015).Less advantaged adolescents also may be more exposed to obesogenic environments (Mohammed et al., 2019), family and psychological problems (Reiss et al., 2019) than their advantaged counterparts, which could negatively impact their PA motivation. Moreover, advantaged families may be more aware of PA benefits for their children than disadvantaged families and thus more disposed to follow PA recommendations. Structurally related economic factors such as the neighborhood may explain social gradient in PA. For lower socioeconomic groups, neighborhoods often have few and poor recreational areas and require traveling longer distances to better areas (Stalsberg and Pedersen, 2010). Moreover, parents can perceive neighborhoods less safe for adolescents' PA. Thus, parents may be less inclined to allow adolescents taking part in outdoor PA.

Despite high level of SB among adolescents, we found no social

Table 3
Association between physical activity and socioeconomic status among adolescents with overweight and obesity.

	Vigorous PA		Moderate PA		Walking		Total PA	
	β	[95% CI]	β	[95% CI]	β	[95% CI]	β	[95% CI]
Frequency (days/week)								
Highly advantaged (*n* = 124)	Ref		Ref		Ref			
Advantaged (n = 594)	**−0.6**	**[−0.9; −0.2]**	**−0.6**	**[−0.9; −0.2]**	**−0.6**	**[−1.2; −0.1]**	–	
Intermediate (*n* = 794)	**−0.8**	**[−1.1; −0.4]**	**−0.8**	**[−1.2; −0.4]**	**−0.9**	**[−1.4; −0.4]**	–	
Less advantaged (*n* = 363)	**−1.0**	**[−1.3; −0.6]**	**−0.7**	**[−1.1; −0.3]**	**−1.2**	**[−1.7; −0.6]**	–	
Highly less advantaged (*n* = 60)	**−0.9**	**[−1.4; −0.3]**	**−0.9**	**[−1.5; −0.3]**	**−0.9**	**[−1.7; −0.0]**	–	
Test for linear trend*	**−0.2**	**[−0.3; −0.1]; *p* < .0001**	**−0.2**	**[−0.3; −0.1]; *p* = .0007**	**−0.3**	**[−0.4; −0.1]; *p* = .0001**		
Duration (minutes/day)								
Highly advantaged (n = 124)	Ref		Ref		Ref		Ref	
Advantaged (n = 594)	−5.9	[−17.0; 5.1]	2.6	[−7.8; 12.9]	**−4.6**	**[−8.8; −0.3]**	−7.0	[−24.6; 10.6]
Intermediate (*n* = 794)	**−11.5**	**[−22.3; −0.7]**	1.3	[−8.8; 11.5]	**−5.0**	**[−9.1; −0.8]**	−16.8	[−34.0; 0.4]
Less advantaged (*n* = 363)	**−16.8**	**[−28.4; −5.1]**	−1.7	[−12.7; 9.3]	**−4.8**	**[−9.3; −0.3]**	**−22.2**	**[−40.8; −3.5]**
Highly less advantaged (*n* = 60)	−14.2	[−32.2; 3.8]	−6.9	[−23.6; 9.8]	−5.4	[−12.1; 1.3]	**−29.8**	**[−58.0; −1.6]**
Test for linear trend*	**−4.9**	**[−7.7; −2.1]; *p* = .0006**	−1.6	[−4.3; 1.0]; *p* = .22	−0.8	[−1.9; 0.3]; *p* = .14	**−7.7**	**[−12.2; −3.2]; p = .0007**
Energy expenditure (MET.minutes/week)								
Highly advantaged (*n* = 124)	Ref		Ref		Ref		Ref	
Advantaged (*n* = 594)	**−368.9**	**[−668.9; −68.9]**	−64.0	[−215.5; 87.5]	**−83.6**	**[−146.2; −21.1]**	**−490.5**	**[−907.5; −73.4]**
Intermediate (*n* = 794)	**−470.1**	**[−764.0; −176.2]**	−119.0	[−267.6; 29.5]	**−107.8**	**[−169.1; −46.5]**	**−645.4**	**[−1054.8; −236.0]**
Less advantaged (*n* = 363)	**−686.9**	**[−1004.2; −369.5]**	−140.4	[−300.7; 20.0]	**−99.0**	**[−165.1; −32.8]**	**−872.9**	**[−1314.6; −431.3]**
Highly less advantaged (*n* = 60)	**−589.0**	**[−1079.0; −99.0]**	−143.2	[−387.3; 100.9]	−97.6	[−197.6; 2.4]	**−752.7**	**[−1432.7; −72.8]**
Test for linear trend*	**−163.1**	**[−239.5; −86.8]; p < .0001**	**−40.6**	**[−78.9; −2.2]; *p* = .04**	**−19.0**	**[−34.9; −3.2]; *p* = .02**	**−205.6**	**[−311.9; −99.4]; p = .0001**

PA: Physical Activity; β: regression coefficient; 95% CI: 95% confidence interval; Socioeconomic status was defined according to the score of the Family Affluence Scale: [0–2] highly less advantaged, [3–4] less advantaged, [5–6] intermediate, [7–8] advantaged and [9] highly advantaged; highly advantaged is the reference group.
Statistical analyses involved linear regression models adjusted for age and sex. Bold indicates statistically significant.
* The significance (p) of the linear trend test evidenced the presence of a social gradient of physical activity and the slope (β) indicated its magnitude.

gradient of SB. Contrary to sport participation, adolescents' SB mostly consisted of involuntary or coerced contexts such as school time or transportation, which may not be socially determined. However, some studies have shown discrepant results and found SB, especially screen-time SB, associated with SES (Coombs et al., 2013; Mielke et al., 2017; Pulsford et al., 2013). The discrepancy may be related to differences in study design, samples and statistical analysis. First, in our study, screen-time included TV viewing and computer use, but these behaviours were found to be differentially associated with SES in another study (Babey et al., 2013). TV viewing was negatively associated with SES, whereas computer use was positively associated with SES. Such an association may exist in our study but the combination of TV viewing and computer use in one measure would result in no association with SES. Second, our study sample consisted of adolescents with overweight or obesity, whereas other studies included adolescents with normal weight status or with overweight or obesity. Third, some authors investigated only differences in SB between SES, whereas we additionally investigated a linear change of SB with decreasing SES.

Our study confirmed that PA and SB are complex and different behavioural components (Ploeg and Hillsdon, 2017; Tremblay et al., 2010). The association of SES and PA and SB differed by behaviour and its context and highlighted the importance of taking into account the

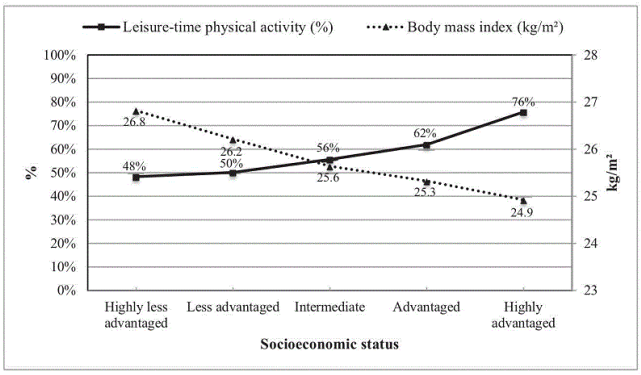


Fig. 1. Body mass index and leisure-time physical activity practice according to socioeconomic status of adolescents.
Socioeconomic status was defined according to the score of the Family Affluence Scale: [0–2] *highly less advantaged,* [3–4] *less advantaged,* [5–6] *intermediate,* [7–8] *advantaged and* [9] *highly advantaged.*
%, percentage of adolescents who engage in leisure-time physical activity.

Table 4
Association between sedentary behaviour and socioeconomic status among adolescents with overweight and obesity.

	School-time		Transportation		Screen-time (TV/computer)		Other leisure-time		Total sitting	
	β	[95% CI]	β	[95% CI]	β	[95% CI]	β	[95% CI]	β	[95% CI]
Week days (minutes/day)										
Highly advantaged (n = 124)	Ref		Ref		Ref		Ref		Ref	
Advantaged (n = 594)	8.6	[−27.0; 44.2]	−4.6	[−23.2; 14.0]	−4.9	[−30.1; 20.2]	1.7	[−23.2; 26.7]	−3.5	[−69.8; 62.8]
Intermediate (n = 794)	2.8	[−32.0; 37.6]	1.7	[−16.6; 19.9]	−2.8	[−27.4; 21.8]	−0.5	[−24.9; 23.8]	−4.5	[−69.4; 60.3]
Less advantaged (n = 363)	12.9	[−24.7; 50.6]	6.7	[−13.0; 26.4]	−9.1	[−35.8; 17.5]	−6.2	[−32.6; 20.1]	−2.6	[−72.8; 67.4]
Highly less advantaged (n = 60)	−35.5	[−92.7; 21.7]	−24.2	[−53.9; 5.6]	25.0	[−15.3; 65.4]	−2.5	[−42.4; 37.4]	−44.8	[−150.9; 61.2]
Test for linear trend*	−1.7	[−10.7; 7.3]; $p = .71$	1.3	[−3.3; 6.1]; $p = .58$	0.8	[−5.6; 7.2]; $p = .81$	−2.4	[−8.7; 3.9]; $p = .46$	−3.7	[−20.4; 13.1]; $p = .67$
Week-end days (minutes/day)										
Highly advantaged (n = 124)	Ref		Ref		Ref		Ref		Ref	
Advantaged (n = 594)	9.4	[−15.9; 34.6]	3.3	[−13.1; 19.7]	−15.5	[−51.8; 20.8]	−1.5	[−35.0; 31.9]	−8.2	[−75.4; 59.0]
Intermediate (n = 794)	3.1	[−21.6; 27.9]	−5.5	[−21.5; 10.5]	−7.8	[−43.3; 27.8]	−9.0	[−41.7; 23.7]	−27.3	[−93.0; 38.5]
Less advantaged (n = 363)	15.9	[−10.9; 42.7]	−8.5	[−25.8; 8.9]	−22.9	[−61.4; 15.5]	−9.0	[−44.5; 26.5]	−35.0	[−106.0; 36.1]
Highly less advantaged (n = 60)	15.0	[−25.9; 55.9]	−16.1	[−42.3; 10.0]	−13.3	[−71.3; 44.6]	−26.2	[−79.5; 27.1]	−40.3	[−147.8; 67.2]
Test for linear trend*	2.9	[−3.6; 9.3]; $p = .38$	**−5.0**	**[−9.2; −0.9]; $p = .02$**	−3.2	[−12.4; 6.0]; $p = .50$	−4.9	[−13.4; 3.6]; $p = .26$	−12.5	[−29.6; 4.4]; $p = .15$

TV: television; β: regression coefficient; 95% CI: 95% confidence interval; Socioeconomic status was defined according to the score of the Family Affluence Scale:[0–2] highly less advantaged, [3–4] less advantaged, [5–6] intermediate, [7–8] advantaged and [9] highly advantaged; highly advantaged is the reference group.
Statistical analyses involved linear regression models adjusted for age and sex. Bold indicates statistically significant.
* The significance (p) of the linear trend test evidenced the presence of a social gradient of sedentary behaviour and the slope (β) indicated its magnitude.

complexity of PA and SB and analysing them simultaneously.

The analyses of the association of PA and SB with WSG showed that PA and SB are important but not exclusive potential mediating factors (WSG could be related to other behaviours such as diet). Indeed, our analyses aimed to study predictors of WSG and not mediating factors. Moreover, given the cross-sectional design of the study, we did not investigate the sense of PA and SB effect on WSG. Even if we highlighted an association between WSG and PA and SB, causal inferences are not permitted by the design. Depending on the weight indicator used, the combined effect of PA and SB on WSG ranged from 10.8% to 14.3%. Similar results are found in school-aged children (Nevill et al., 2016) in England. The association between social deprivation and weight was greatly reduced or absent when adjusted for PA and physical fitness. Thereby PA and SB could be factors for reducing social inequalities in adolescents' weight status.

5. Limitations and strengths

The main limitation of this study is the cross-sectional design that prevented the interpretation of a causal association between PA, SB, weight and SES or a mediation effect of PA and SB on WSG. However, cross-sectional analyses give an accurate idea of the association, which must be confirmed. Other limitations are related to the use of a self-reported questionnaire to assess PA and SB. The assessment of PA by using questionnaire may lead to reporting bias (PA intensity may be overestimated by adolescents (Shephard, 2003)). Moreover, no reproducibility measures of the questionnaire were performed in our study. Nonetheless, PA and SB were assessed by using a validated questionnaire and the results are consistent with what is known in the literature. Objective measures such as accelerometers could have been used to assess PA. However, our large sample size would have made this complicated. The availability and accessibility of home environments for sport and physical activity could have been of interest (Gattshall et al., 2008). Unfortunately, such data were not assessed for the current study.

Despite these limitations, our study has strengths. The SES of participants was defined by using a specific validated questionnaire, which helped avoid the use of multiple indicators of SES and reduced misclassification (inaccuracies in reporting SES according to the indicators). Other strengths were the high number of participating schools, a systematic screening of adolescents with overweight or obesity and the large sample size. Given all these factors, should a social gradient of PA and SB have existed, they would have been seen in these data (Van Der Horst et al., 2007). In light of these limitations and strengths, further research should be performed in other populations (e.g., adolescents with normal weight) and including other possible explanatory variables (such as diet, mental health, parental styles and neighborhoods). Results of such studies would provide additional elements for the association between behaviours, weight and SES among adolescents.

6. Conclusions

Data from a large cohort of adolescents with overweight or obesity document an important social gradient of PA but not SB, and the social gradient of PA was consistent with WSG. WSG was significantly reduced by these behaviours, more so by PA than SB. Promoting more regular PA during leisure time in less advantaged adolescents could be an effective way to reduce the WSG. Accordingly, in high-income countries, actions aimed at preventing overweight and obesity by promoting PA could include an adapted approach to adolescents' SES. Specifically, a strengthened management of these adolescents could help reduce the WSG. Longitudinal studies are needed to confirm our findings and analyse the transition between adolescence and adulthood behaviours and WSG.

Table 5
Effect of physical activity and/or sedentary behaviour on the social gradient in body mass index (BMI) and BMI z-score among adolescents with overweight and obesity.

	BMI (kg/m²)			BMI z-score		
	β [95% CI]	Δ	R^2(adj)	β [95% CI]	Δ	R^2(adj)
Model 1: WSG	0.37 [0.19; 0.55]***	Ref	3.06%	0.070 [0.03;0.11]**	Ref	0.57%
Model 2: Effect of PA on weight SG	0.34 [0.15; 0.54]**	8.1%	3.24%	0.066 [0.03; 0.10]**	5.7%	0.65%
Model 3: Effect of SB on weight SG	0.36 [0.17; 0.55]**	2.7%	3.03%	0.066 [0.03; 0.10]**	5.7%	1.62%
Model 4: Effect of PA and SB on WSG	0.33 [0.12; 0.53]**	10.8%	3.38%	0.060 [0.02; 0.10]*	14.3%	2.96%

Socioeconomic status was defined according to the score of the Family Affluence Scale: [0–2] highly less advantaged, [3–4] less advantaged, [5–6] intermediate, [7–8] advantaged and [9] highly advantaged; SG: Social Gradient; PA: physical activity; SB: sedentary behaviour; β: regression coefficient; 95% CI: confidence Interval; R^2(adj): adjusted R^2;
Model 1: Linear regression models adjusted for age and sex.
Model 2: Linear regression models adjusted for age, sex and PA (total energy expenditure).
Model 3: Linear regression models adjusted for age, sex and SB (total sitting time).
Model 4: Linear regression models adjusted for age, sex, PA (total energy expenditure) and SB (total sitting time).
Bold indicates statistically significant.
$\Delta = |(\beta_2 - \beta_1)/\beta_1| * 100$ (Δ = Effect of PA and/or SB; β_1 = regression coefficient of the association between weight status and socioeconomic status; β_2 = regression coefficient of the association between weight status and socioeconomic status adjusted for PA and/or SB).
* $p < .05$.
** $p < .001$.
*** $p < .0001$.

CRediT authorship contribution statement

Abdou Y. Omorou: Conceptualization, Methodology, Data curation, Writing - original draft, Visualization, Supervision. **Florian Manneville:** Data curation, Writing - original draft, Visualization. **Johanne Langlois:** Writing - review & editing. **Karine Legrand:** Writing - review & editing. **Philip Böhme:** Writing - review & editing. **Laurent Muller:** Writing - review & editing. **Francis Guillemin:** Writing - review & editing, Supervision. **Serge Briançon:** Supervision. **Edith Lecomte:** Writing - review & editing.

Acknowledgments

Many people worked together selflessly and enthusiastically to make the PRALIMAP-INÈS trial a success. The PRALIMAP-INÈS trial group warmly acknowledges the students and their parents who participated in the measurements and interventions and the school professionals (nurses, teachers, administrative staff, and headmasters' staff) who contributed to the recruitment of students and delivery of the interventions.

Funding

The PRALIMAP-INÈS trial was funded by the French National Cancer Institute (Institut National du Cancer) [grant no. INCa_4987]. It also received support from the public sector (Conseil Régional de Lorraine and Agence Régionale de Santé). All trial steps, design, data collection, analysis, write-up, and reports were performed independent of any funding or sponsoring agency.

Declaration of competing interest

None.

Appendix A. Supplementary data

Supplementary data to this article can be found online at https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2020.106043.

References

Akkoyun-Farinez, J., Omorou, A.Y., Langlois, J., Spitz, E., Böhme, P., Quinet, M.-H., Saez, L., Muller, L., Lecomte, E., Legrand, K., Briançon, S., Böhme, P., Briançon, S., De Lavenne, R., Gailliard, C., Langlois, J., Lecomte, E., Legrand, K., Muller, L., Omorou, A.Y., Pourcher, C., Quinet, M.-H., Saez, L., Spitz, E., Toussaint, B., 2018. Measuring adolescents' weight socioeconomic gradient using parental socioeconomic position. Eur. J. Pub. Health 28, 1097–1102. https://doi.org/10.1093/eurpub/cky064.
Babey, S.H., Hastert, T.A., Wolstein, J., 2013. Adolescent sedentary behaviors: correlates differ for television viewing and computer use. J. Adolesc. Health 52, 70. https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2012.05.001.
Bambra, C., 2011. Health inequalities and welfare state regimes: theoretical insights on a public health "puzzle". J. Epidemiol. Community Health 65, 740–745. https://doi.org/10.1136/jech.2011.136333.
Barisic, A., Leatherdale, S.T., Kreiger, N., 2011. Importance of frequency, intensity, time and type (FITT) in physical activity assessment for epidemiological research. Can. J. Public Health. 102, 174–175.
Barriuso, L., Miqueleiz, E., Albaladejo, R., Villanueva, R., Santos, J.M., Regidor, E., 2015. Socioeconomic position and childhood-adolescent weight status in rich countries: a systematic review, 1990-2013. BMC Pediatr. 15, 129. https://doi.org/10.1186/s12887-015-0443-3.
Boyce, W., Torsheim, T., Currie, C., Zambon, A., 2006. The family affluence scale as a measure of national wealth: validation of an adolescent self-report measure. Soc. Indic. Res. 78, 473–487.
Briançon, S., Bonsergent, E., Agrinier, N., Tessier, S., Legrand, K., Lecomte, E., Aptel, E., Hercberg, S., Collin, J.-F., 2010. PRALIMAP: study protocol for a high school-based, factorial cluster randomised interventional trial of three overweight and obesity prevention strategies. Trials 11, 119. https://doi.org/10.1186/1745-6215-11-119.
Cole, T.J., Bellizzi, M.C., Flegal, K.M., Dietz, W.H., 2000. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. BMJ 320, 1240–1243.
Collins, M., 2004. Sport, physical activity and social exclusion. J. Sports Sci. 22, 727–740.
Coombs, N., Shelton, N., Rowlands, A., Stamatakis, E., 2013. Children's and adolescents' sedentary behaviour in relation to socioeconomic position. J. Epidemiol. Community Health 67, 868–874. https://doi.org/10.1136/jech-2013-202609.
Craig, C.L., Marshall, A.L., SjÖstrÖm, M., Bauman, A.E., Booth, M.L., Ainsworth, B.E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J.F., Oja, P., 2003. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. Med. Sci. Sports Exerc. 35, 1381–1395. https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB.
Devaux, M., Sassi, F., 2013. Social inequalities in obesity and overweight in 11 OECD countries. Eur. J. Pub. Health 23, 464–469. https://doi.org/10.1093/eurpub/ckr058.
Dinsa, G.D., Goryakin, Y., Fumagalli, E., Suhrcke, M., 2012. Obesity and socioeconomic status in developing countries: a systematic review. Obes. Rev. 13, 1067. https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2012.01017.x.
Fox, C., Gross, A., Rudser, K., Foy, A.M.H., Kelly, A.S., 2016. Depression, anxiety and severity of obesity in adolescents: is emotional eating the link? Clin. Pediatr. (Phila) 55, 1120. https://doi.org/10.1177/0009922815615825.
Gattshall, M.L., Shoup, J., Marshall, J.A., Crane, L.A., Estabrooks, P.A., 2008. Validation of a survey instrument to assess home environments for physical activity and healthy eating in overweight children. Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act. 5, 3. https://doi.org/10.1186/1479-5868-5-3.
Golden, N.H., Schneider, M., Wood, C., Nutrition, C.O., Adolescence, C.O., Obesity, S.O., 2016. Preventing obesity and eating disorders in adolescents. Pediatrics 138, e20161649. https://doi.org/10.1542/peds.2016-1649.
Hanson, M., Chen, E., 2007. Socioeconomic status and health behaviors in adolescence: a review of the literature. J. Behav. Med. 30, 263–285.
IPAQ scoring protocol - International Physical Activity Questionnaire n.d. Available at. https://sites.google.com/site/theipaq/scoring-protocol, Accessed date: 7 September

2018.
Janssen, I., Leblanc, A.G., 2010. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act. 7, 40. https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-40.
Langlois, J., Omorou, A.Y., Vuillemin, A., Briançon, S., Lecomte, E., Group, P.T, 2017. Association of socioeconomic, school-related and family factors and physical activity and sedentary behaviour among adolescents: multilevel analysis of the PRALIMAP trial inclusion data. BMC Public Health 17, 175. https://doi.org/10.1186/s12889-017-4070-9.
Legrand, K., Lecomte, E., Langlois, J., Muller, L., Saez, L., Quinet, M.-H., Böhme, P., Spitz, E., Omorou, A.Y., Briançon, S., 2017. Reducing social inequalities in access to overweight and obesity care management for adolescents: the PRALIMAP-INÈS trial protocol and inclusion data analysis. Contemp. Clin. Trials Commun. 7, 141–157. https://doi.org/10.1016/j.conctc.2017.05.010.
Lewis, L., Maher, C., Katzmarzyk, P., Olds, T., 2016. Individual and school-level socio-economic gradients in physical activity in Australian schoolchildren. J. Sch. Health 86, 105–112. https://doi.org/10.1111/josh.12357.
Maher, C.A., Olds, T.S., 2011. Minutes, MET minutes, and METs: unpacking socio-economic gradients in physical activity in adolescents. J. Epidemiol. Community Health 65, 160–165. https://doi.org/10.1136/jech.2009.099796.
Manneville, F., Omorou, A.Y., Legrand, K., Langlois, J., Lecomte, E., Guillemin, F., Briançon, S., the PRALIMAP Trial Group, 2019. Universal school-based intervention does not reduce socioeconomic inequalities in weight status among adolescents. Child. Obes. 15, 532–540. https://doi.org/10.1089/chi.2019.0042.
Martins, J., Marques, A., Sarmento, H., Carreiro da Costa, F., 2015. Adolescents' perspectives on the barriers and facilitators of physical activity: a systematic review of qualitative studies. Health Educ. Res. 30, 742–755. https://doi.org/10.1093/her/cyv042.
McCarthy, H.D., Jarrett, K.V., Crawley, H.F., 2001. The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0–16.9 y. Eur. J. Clin. Nutr. 55, 902–907. https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601240.
Mielke, G.I., Brown, W.J., Nunes, B.P., Silva, I.C.M., Hallal, P.C., 2017. Socioeconomic correlates of sedentary behavior in adolescents: systematic review and meta-analysis. Sports Med. 47, 61. https://doi.org/10.1007/s40279-016-0555-4.
Milligan, R.A., Burke, V., Beilin, L.J., Richards, J., Dunbar, D., Spencer, M., Balde, E., Gracey, M.P., 1997. Health-related behaviours and psycho-social characteristics of 18 year-old Australians. Soc. Sci. Med. 45, 1549–1562.
Mohammed, S.H., Habtewold, T.D., Birhanu, M.M., Sissay, T.A., Tegegne, B.S., Abuzerr, S., Esmaillzadeh, A., 2019. Neighbourhood socioeconomic status and overweight/obesity: a systematic review and meta-analysis of epidemiological studies. BMJ Open 9, e028238. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-028238.
Nevill, A.M., Duncan, M.J., Lahart, I., Sandercock, G., 2016. Modelling the association between weight status and social deprivation in English school children: can physical activity and fitness affect the relationship? Ann. Hum. Biol. 43, 497–504. https://doi.org/10.3109/03014460.2015.1115126.
O'Donoghue, G., Kennedy, A., Puggina, A., Aleksovska, K., Buck, C., Burns, C., Cardon, G., Carlin, A., Ciarapica, D., Colotto, M., Condello, G., Coppinger, T., Cortis, C., D'Haese, S., De Craemer, M., Di Blasio, A., Hansen, S., Iacoviello, L., Issartel, J., Izzicupo, P., Jaeschke, L., Kanning, M., Ling, F., Luzak, A., Napolitano, G., Nazare, J.-A., Perchoux, C., Pesce, C., Pischon, T., Polito, A., Sannella, A., Schulz, H., Simon, C., Sohun, R., Steinbrecher, A., Schlicht, W., MacDonncha, C., Capranica, L., Boccia, S., 2018. Socio-economic determinants of physical activity across the life course: a "DEterminants of DIet and Physical ACtivity" (DEDIPAC) umbrella literature review. PLoS One 13, e0190737. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190737.
Omorou, A.Y., Langlois, J., Lecomte, E., Vuillemin, A., Briançon, S., 2015. Adolescents' physical activity and sedentary behavior: a pathway in reducing overweight and obesity. The PRALIMAP 2-year cluster randomized controlled trial. J. Phys. Act. Health 12, 628–635. https://doi.org/10.1123/jpah.2014-0035.
Onis, M. de, Onyango, A.W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., Siekmann, J., 2007. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. Bull. World Health Organ. 85, 660–667. https://doi.org/10.2471/BLT.07.043497.
Pate, R.R., Mitchell, J.A., Byun, W., Dowda, M., 2011. Sedentary behaviour in youth. Br. J. Sports Med. 45, 906–913. https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090192.
Ploeg, H.P. van der, Hillsdon, M., 2017. Is sedentary behaviour just physical inactivity by another name? Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act. 14, 142. https://doi.org/10.1186/s12966-017-0601-0.
Pulsford, R.M., Griew, P., Page, A.S., Cooper, A.R., Hillsdon, M.M., 2013. Socioeconomic position and childhood sedentary time: evidence from the PEACH project. Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act. 10, 105. https://doi.org/10.1186/1479-5868-10-105.
Reiss, F., Meyrose, A.-K., Otto, C., Lampert, T., Klasen, F., Ravens-Sieberer, U., 2019. Socioeconomic status, stressful life situations and mental health problems in children and adolescents: results of the German BELLA cohort-study. PLoS One 14, e0213700. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213700.
Shephard, R.J., 2003. Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. Br. J. Sports Med. 37, 197–206. https://doi.org/10.1136/bjsm.37.3.197.
Sherar, L.B., Griffin, T.P., Ekelund, U., Cooper, A.R., Esliger, D.W., van Sluijs, E.M.F., Bo Andersen, L., Cardon, G., Davey, R., Froberg, K., Hallal, P.C., Janz, K.F., Kordas, K., Kriemler, S., Pate, R.R., Puder, J.J., Sardinha, L.B., Timperio, A.F., Page, A.S., 2016. Association between maternal education and objectively measured physical activity and sedentary time in adolescents. J. Epidemiol. Community Health 70, 541–548. https://doi.org/10.1136/jech-2015-205763.
Simmonds, M., Llewellyn, A., Owen, C.G., Woolacott, N., 2016. Predicting adult obesity from childhood obesity: a systematic review and meta-analysis. Obes. Rev. 17, 95–107. https://doi.org/10.1111/obr.12334.
Simon, C., Wagner, A., Platat, C., Arveiler, D., Schweitzer, B., Schlienger, J.L., Triby, E., 2006. ICAPS: a multilevel program to improve physical activity in adolescents. Diabetes Metab. 32, 41–49.
Singh, A.S., Mulder, C., Twisk, J.W.R., van Mechelen, W., Chinapaw, M.J.M., 2008. Tracking of childhood overweight into adulthood: a systematic review of the literature. Obes. Rev. 9, 474–488. https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2008.00475.x.
So, W.-Y., 2013. Physical activity and sedentary behavior's association with body weight in Korean adolescents. Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab. 23, 1–10.
Stalsberg, R., Pedersen, A.V., 2010. Effects of socioeconomic status on the physical activity in adolescents: a systematic review of the evidence: effects of socioeconomic status on the physical activity in adolescents. Scand. J. Med. Sci. Sports 20, 368–383. https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01047.x.
Telama, R., 2009. Tracking of physical activity from childhood to adulthood: a review. Obes. Facts 2, 187–195. https://doi.org/10.1159/000222244.
Tremblay, M.S., Colley, R.C., Saunders, T.J., Healy, G.N., Owen, N., 2010. Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. Appl. Physiol. Nutr. Metab. 35, 725–740. https://doi.org/10.1139/H10-079.
Tremblay, M.S., LeBlanc, A.G., Kho, M.E., Saunders, T.J., Larouche, R., Colley, R.C., Goldfield, G., Connor Gorber, S., 2011. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act. 8, 98. https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-98.
Tremblay, M.S., Aubert, S., Barnes, J.D., Saunders, T.J., Carson, V., Latimer-Cheung, A.E., Chastin, S.F.M., Altenburg, T.M., Chinapaw, M.J.M., 2017. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) – terminology consensus project process and outcome. Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act. 14, 1–17. https://doi.org/10.1186/s12966-017-0525-8.
Van Der Horst, K., Paw, M.J.C.A., Twisk, J.W.R., Van Mechelen, W., 2007. A brief review on correlates of physical activity and sedentariness in youth. Med. Sci. Sports Exerc. 39, 1241–1250. https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318059bf35.
Verdot, C., Torres, M., Salanave, B., Deschamps, V., 2017. Corpulence des enfants et des adultes en France métropolitaine en 2015. Résultats de l'étude Esteban et évolution depuis 2006. Bull Epidémiol Hebd 13, 234–241.
Warburton, D.E., Charlesworth, S., Ivey, A., Nettlefold, L., Bredin, S.S., 2010. A systematic review of the evidence for Canada's physical activity guidelines for adults. Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act. 7, 39. https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-39.
Whitehead, M., Dahlgren, G., 2006. Concepts and Principles for Tackling Social Inequities in Health: Levelling Up Part 1. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.
WHO, 2020. Physical Activity and Young People. Available at. https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_young_people/en/, Accessed date: 13 January 2020.
You, J., Choo, J., 2016. Adolescent overweight and obesity: links to socioeconomic status and fruit and vegetable intakes. Int. J. Environ. Res. Public Health 13. https://doi.org/10.3390/ijerph13030307.

3.1.2. Identification de profils de comportements nutritionnels et de leurs évolutions chez les adolescents ayant participé à l'essai PRALIMAP

3.1.2.1. Contexte

L'activité physique, le comportement sédentaire et le comportement alimentaire sont interdépendants et pourraient avoir des effets combinés sur la corpulence des adolescents. De plus, ils sont susceptibles d'évoluer lors d'interventions de prévention du surpoids et de l'obésité. Par conséquent, lorsqu'ils sont étudiés de manière transversale et/ou longitudinale, les comportements nutritionnels devraient être pris en compte simultanément. Cette étude visait à 1) identifier les profils de comportements nutritionnels et leurs évolutions à 2 ans chez des adolescents d'âge scolaire et, 2) identifier les facteurs associés à ces profils et à leurs évolutions.

3.1.2.2. Méthodes

Les adolescents qui ont participé à l'essai PRALIMAP ont été inclus dans l'étude. Les comportements nutritionnels (comportement alimentaire, activité physique et comportement sédentaire) ont été mesurés par questionnaires auto-administrés au début (T0) et à la fin (T2) de l'étude. L'activité physique et le comportement sédentaire ont été mesurés en utilisant le questionnaire IPAQ, et le comportement alimentaire en utilisant le questionnaire BMB. L'identification des profils nutritionnels à T0 ainsi que leurs évolutions de T0 à T2 ont été réalisées par une analyse de transition latente. Des modèles de régression logistique bivariés et multivariés ont été réalisés pour identifier les facteurs associés aux profils et à leurs transitions tels que le sexe, le statut pondéral, l'âge, le statut socio-économique et les stratégies d'intervention implémentées dans PRALIMAP.

3.1.2.3. Résultats

Parmi les 2390 adolescents (14-18 ans) inclus dans l'étude, cinq profils de comportements nutritionnels ont été identifiés à l'inclusion : 1) *Comportement nutritionnel sain, (9,4%),*

2) G*ros mangeurs et activité physique modérée, (22,9%),* 3) *Alimentation saine mais sans activité physique, (29,8%),* 4) *Restriction alimentaire et activité physique faible (21,2%)* et 5) *Comportement nutritionnel inadapté, (16,7%).* A T0, plus le SSE diminuait plus les adolescents avaient tendance à avoir un comportement alimentaire inadapté, et ce comportement était moins représenté chez les adolescents en situation de surpoids ou d'obésité que chez ceux avec un statut pondéral normal. L'évolution à deux ans était caractérisée par une stabilité importante des profils initiaux (61% à 79% des adolescents n'ont pas changé de profils). La plus forte évolution (16%) était celle du profil 5 au profil 4 du fait d'une amélioration du comportement alimentaire tandis qu'il n'y avait aucun passage du profil 1 au profil 5. Comparé aux adolescents de SSE élevé, les adolescents issus de faibles SSE présentaient plus d'évolutions défavorables des comportements plutôt que mixtes (favorable pour un comportement et défavorable pour un autre). Les adolescents en situation de surpoids ou d'obésité avaient moins tendance à avoir des évolutions défavorables que mixtes, en comparaison des adolescents avec un statut pondéral normal. Il n'a pas été mis en évidence d'association entre les stratégies d'intervention PRALIMP et les changements de comportement.

Les résultats de cette étude confirment l'interdépendance des comportements nutritionnels à l'adolescence et met en exergue la nécessité d'agir sur le comportement alimentaire des adolescents. Les évolutions des profils nutritionnels à deux ans, bien que faibles, ainsi que la multiplicité de leurs associations avec les caractéristiques des adolescents justifient la mise en place d'interventions de prévention du surpoids et de l'obésité à l'adolescence tout en prenant en compte leurs différences socio-démographiques. Particulièrement, la prise en compte du milieu social des adolescents apparait nécessaire dans les différents programmes de santé publique pour lutter contre les ISS.

3.1.2.4. Article

Ce travail a été soumis dans une revue internationale avec comité de lecture et est en cours de révision :

Dakin M, **Manneville F**, Langlois J, Legrand K, Lecomte E, Briançon S, Omorou AY. **Longitudinal patterns of nutritional behaviours in adolescence: a latent transition analysis**. *British Journal of Nutrition*. [soumis].

Longitudinal patterns of nutritional behaviours in adolescence: a latent transition analysis

Journal:	*British Journal of Nutrition*
Manuscript ID	BJN-RA-20-0570
Manuscript Type:	Research Article
Date Submitted by the Author:	28-May-2020
Complete List of Authors:	Dakin, Mohamed; University of Lorraine, EA4360 APEMAC Manneville, Florian; University of Lorraine, EA4360 APEMAC Langlois, Johanne; Conservatoire National des Arts et Metiers Legrand, Karine; CHRU de Nancy, Inserm CIC-1433 EC; University of Lorraine, EA4360 APEMAC Lecomte, Edith; Conservatoire National des Arts et Metiers Briançon, Serge; University of Lorraine, EA4360 APEMAC Omorou, Yacoubou; CHRU de Nancy, Inserm CIC-1433 EC; University of Lorraine, EA4360 APEMAC
Keywords:	Dietary behaviour, Physical activity, Sedentary behaviour, Adolescents, Latent transition analysis
Subject Category:	Behaviour, Appetite and Obesity
Abstract:	The interdependence among dietary behaviour (DB), physical activity (PA) and sedentary behaviour (SB) suggests simultaneously identifying homogeneous profiles and describing their changes. This study aimed to 1) identify cross-sectional nutritional behaviour profiles and their 2-year changes French school-aged adolescents and, 2) identify factors associated with these profiles and changes. Longitudinal data from adolescents who participated in the PRomotion de l'ALIMentation et de l'Activité Physique trial were used. PA and SB were assessed with the International Physical Activity Questionnaire and DB with a food frequency questionnaire. Profiles at baseline and their changes were identified by latent transition analysis. Multinomial logistic regression models were used to identify factors associated with profiles and their changes. Among 2390 adolescents included (14-18 years), five baseline nutritional behaviour profiles were identified: "healthy (9.4%)", "big eater, and moderate PA (22.9%)", "healthy diet and no PA (29.8%)", "restrictive diet and low PA (21.2%)" and "unhealthy (16.7%)". Young adolescents, girls, and those who were overweight or obese and socially advantaged were more frequently "healthy diet and no PA" than others. "Mixed", "favourable" and "unfavourable" changes were around equal. Boys, older and socially less advantaged adolescents were more likely to exhibit "unfavourable" than "mixed" changes, while it was the opposite in adolescents with overweight or obesity. In conclusion, nutritional profiles differed in terms of DB and PA but not SB. Findings highlight the importance of acting on nutritional behaviours to prevent overweight and obesity among adolescents and advocate a management and care of adolescents adapted to their characteristics.

SCHOLARONE™
Manuscripts

Cambridge University Press

Title: Longitudinal patterns of nutritional behaviours in adolescence: a latent transition analysis

Mohamed Dakin[1]; Florian Manneville[1]; Johanne Langlois[2]; Karine Legrand[1,3]; Edith Lecomte[2]; Serge Briançon[1]; Abdou Y. Omorou[1,3]

[1] University of Lorraine, EA 4360 Apemac, Nancy, F-54000, France.

[2] National Conservatory of Arts and Crafts (CNAM), Nancy, France.

[3] Inserm, CHRU Nancy, University of Lorraine, CIC-1433 Clinical epidemiology, Nancy, F-54000, France.

Corresponding author: Abdou Y. Omorou

Inserm CIC-1433 Clinical Epidemiology, CHRU de Nancy, Allée du Morvan, 54 505 Vandœuvre-lès-Nancy, France

Tel.: +33(0)3 83 85 93 03, Fax: +33(0)3 83 85 12 05, Email: y.omorou@chru-nancy.fr

Shortened version of the title: Nutritional behaviour changes in adolescence

Key words: Dietary behaviour, Physical activity, Sedentary behaviour, Adolescents, Latent transition analysis.

For Review Only

Abstract

The interdependence among dietary behaviour (DB), physical activity (PA) and sedentary behaviour (SB) suggests simultaneously identifying homogeneous profiles and describing their changes. This study aimed to 1) identify cross-sectional nutritional behaviour profiles and their 2-year changes French school-aged adolescents and, 2) identify factors associated with these profiles and changes. Longitudinal data from adolescents who participated in the PRomotion de l'ALIMentation et de l'Activité Physique trial were used. PA and SB were assessed with the International Physical Activity Questionnaire and DB with a food frequency questionnaire. Profiles at baseline and their changes were identified by latent transition analysis. Multinomial logistic regression models were used to identify factors associated with profiles and their changes. Among 2390 adolescents included (14-18 years), five baseline nutritional behaviour profiles were identified: "healthy (9.4%)", "big eater, and moderate PA (22.9%)", "healthy diet and no PA (29.8%)", "restrictive diet and low PA (21.2%)" and "unhealthy (16.7%)". Young adolescents, girls, and those who were overweight or obese and socially advantaged were more frequently "healthy diet and no PA" than others. "Mixed", "favourable" and "unfavourable" changes were around equal. Boys, older and socially less advantaged adolescents were more likely to exhibit "unfavourable" than "mixed" changes, while it was the opposite in adolescents with overweight or obesity. In conclusion, nutritional profiles differed in terms of DB and PA but not SB. Findings highlight the importance of acting on nutritional behaviours to prevent overweight and obesity among adolescents and advocate a management and care of adolescents adapted to their characteristics.

For Review Only

Introduction

Adequate nutrition is known to be a major determinant of health [1]. Nutrition is composed of a combination of energy input (dietary behaviour [DB]) and energy expenditure (physical activity [PA] and sedentary behaviour [SB]) [2]. Evidence has shown that an unhealthy dietary pattern may be associated with several cardiometabolic risks among adolescents [3]. High level of PA (regardless of the pattern) is associated with better physical, psychological, and cognitive health among children and adolescents [4] and low physical activity and a predominantly sedentary lifestyle with deleterious health effects [5,6]. In addition to genetic predisposition, DB, PA and SB are important determinants of obesity among adolescents [7], and evidence suggests the possible synergetic effect of these behaviours on health outcome [8]. Adolescence is a critical phase of human development that lays the foundation for health in later life. During adolescence, children are becoming independent and self-develop nutritional behaviours that tend to persist in adulthood [7]. However, most studies on DB, PA and SB show that adolescents do not achieve nutritional guidelines [7,9]. The recent Étude de SanTé sur l'Environnement, la Biosurveillance, l'Activité physique et la Nutrition (Esteban) study showed that only 13% of French children and adolescents aged 6 to 17 years ate more than 5 fruits and vegetables per day and have excessive consumption of salt and sugary drinks. Also, 51% of boys and 33% of girls achieved World Health Organization PA guidelines [10]. Moreover, the proportion of young people spending 2 hr or more in front of a screen daily reached 70% among 11 to 14 year olds and 71% and 87% among 15 to 17 year old girls and boys.

The literature reports multiple associations between DB, PA and SB, which suggests an interdependence among these nutritional behaviours [11]. For example, a recent German study reported high levels of PA associated with a healthy diet among boys and girls [1]. Moreover, in a systematic review, the most common profile reported in 13 studies on PA and SB were

Cambridge University Press

For Review Only

"high PA and low SB" and "low PA and high SB" [12]. Nutritional behaviours present complex groupings requiring simultaneous consideration to define homogeneous profiles in order to give a more integrated approach and fairly relevant clinical significance [13,14]. However, researchers mostly studied DB, PA and SB separately [15,16] as shown in a recent systematic review where only one third investigate all of them[12]. Moreover, most of the studies that take into account the three components of adolescent nutrition are often cross-sectional [12]. For example, Ottevaere et al. reported five nutritional behaviour profiles in their cross-sectional study of 2,084 European adolescents [14]. The few longitudinal studies that take into account nutritional behaviours together frequently included children whose nutritional behaviour is modulated by their parents or had small samples with poor statistic power [17,18]. Therefore, the goal of the current study was to 1) identify cross-sectional profiles and 2-year longitudinal changes of nutritional behaviour among French school-aged adolescents and to 2) identify factors associated with these profiles and changes.

Methods

Study sample

We used data from PRomotion de l'ALImentation et de l'Activité Physique (PRALIMAP) trial, a stratified 2x2x2 factorial cluster randomized controlled trial which included 5354 adolescents from 14 to 18 years old [19]. This trial evaluated the effectiveness of three health promotion strategies (educational; screening and care; and environmental) applied singly or in combination over a 2-year period on body size, knowledge, attitudes and behaviours of adolescents towards DB, PA and SB in 24 state high schools in Lorraine (northeastern France) between 2006 and 2009. The main result is fully described elsewhere [20]. The trial was approved by the French consultative committee for treatment of information in health research (no. 06.376) and the French data protection authority (no. 906312). This trial is

Cambridge University Press

For Review Only

registered at ClinicalTrials.gov (NCT00814554). For this study, we included in the analysis data for only adolescents with complete data on DB PA and SB at T0 (baseline) and T2 (2 years). A total of 2390 had complete data and constituted our study sample (**Figure S1**).

Measurements

Nutritional behaviours

Dietary Behaviour

DB was measured with the specifically designed Boire Manger Bouger (BMB) questionnaire, [19] which measures the frequency of consumption of meals and their composition (fruits and vegetables, dairy products, meats, eggs and fishes, starchy foods, drinks, sugar products, salty and fatty foods).

Physical activity and sedentary behaviour

PA and SB were measured by the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). The IPAQ is a valid and reliable questionnaire that assesses the frequency (days per week) and duration (minutes) of sitting, walking, moderate and vigorous PA during the previous 7 days [21].

Using the Programme National Nutrition Santé (PNNS 2006-2010) guidelines [22], variables related to DB, PA and SB were classified as binary (low and high). At least a 1-hr/day limit was used for walking, moderate and vigorous PA (low and high). High DB, PA and SB was considered adolescents who nibbled, ate more than 5 fruits and vegetables/day, ate starchy foods more than 3/day, ate sugar products more than 4/day, ate dairy products more than 4/day, ate salty and fatty foods more than 1/day; practiced at least 1-hr/day of walking, moderate or vigorous physical activity; and spent more than 2 consecutive hours in a sitting position per day, respectively.

For Review Only

Covariates

Sociodemographic characteristics were age at entry in grade 10, gender, area of residence, type of high school and socio-economic status (SES). SES was measured by using the student social position index (Indice de Position Sociale des Elèves [IPSE]). IPSE summarizes the student's family characteristics (parents' diploma, income, cultural practices, housing conditions, etc.) and was designed by the French Ministry of Education. IPSE is derived from both parents' occupation, and each student is assigned an IPSE ranging from 40 (low SES) to 179 (high SES) [23]. Then the IPSE was re-scaled from 1 to 10 and classified in five SES categories (1-2: highly less advantaged, 3-4: less advantaged, 5-6: intermediate, 7-8: advantaged and 9-10: highly advantaged) [24].

Weight status was defined as prevalence of overweight or obesity according to the International Obesity Taskforce (IOTF) age- and gender-specific cut-off values (yes/no) [25].

Intervention strategies were screening and care, educational and environmental strategies

Statistical analyses

Descriptive analyses

Study sample and non-completers were compared by Student *t*-test for continuous variables and chi-square test for categorical variables. Quantitative variables are expressed as mean ± standard deviation and qualitative variables as number (%).

Identification of nutritional behaviour profiles at T0 and their changes from T0 to T2

Nutritional behaviour profiles at T0 and their changes from T0 to T2 were identified by using latent transition analysis (LTA). LTA allows for identifying homogeneous unobserved subgroups (latent status) in a heterogeneous population and their changes [26] by using an

For Review Only

incremental number of latent status process. The optimal number of latent status selection is based on maximization of statistical and parsimony criteria (Akaike Information Criteria: AIC, Bayesian Information Criteria: BIC), and interpretability of latent statuses. This model determines latent status membership probabilities at T0 and T2; transition probability between two latent statuses at T0 and T2, respectively; and item-response probabilities conditional to latent status membership at T0 and T2. Changes were classified into three groups according to nutritional behaviour changes: "unfavourable", "favourable" and "mixed".

Measurement invariance is a condition to interpret LTA analysis and aims to ensure that nutritional behaviours profiles have the same meaning at T0 and T2 and that changes result from nutritional behaviour changes and not measurement variations across time [26]. Measurement invariance is tested by comparing a model with item-response probability freely estimated across time (T0 and T2) to a model in which these probabilities were constrained to be equal across time by using a difference G^2 test.

Identification of factors associated with nutritional behaviour profiles at T0 and their changes

Multinomial logistic regression models were performed to identify factors associated with nutritional behaviour profiles at T0 and their changes from T0 to T2. Gender, age at entry in grade 10, SES, weight status and PRALIMAP intervention strategies were included in the two models. Odds ratios (ORs) and 95% confidence intervals (Cis) were estimated.

Data were analysed by using SAS 9.4 (SAS Institute, Cary, NC, USA). Two-sided $p < 0.05$ was considered statistically significant.

Results

Sample characteristics

For Review Only

As compared with non-completers, study sample had more girls, classical or advanced placement at school (≤15 years old in grade 10), and socially advantaged SES (**Table 1**). Adolescents in the study sample had high consumption of fruits and vegetables, starchy food, dairy products and less consumption of salty and fatty foods and exhibited less nibbling than non-completers (**Table 2**).

Identification of nutritional behaviour profiles at T0 and their changes from T0 to T2

On the basis of statistical and interpretability criteria, a model with five latent statuses was fitted (**Table S1**). The five nutritional behaviour profiles did not differed on SB and were as follows (**Figure S2**):

- ***"Healthy diet and vigorous PA (n=225, 9.4%)":*** adolescents of this profile had a high probability of fruits and vegetables (24.3%), low probability of sugar products (32.1%) and fatty and salty foods (6.9%) consumptions and the lowest nibbling probability (35.2%). They were also characterized by a high level of vigorous (83.6%) and moderate (25.9%) PA. This profile was labelled as **"healthy**".
- ***"Big eater and moderate PA (n=547, 22.9%)":*** adolescents in this profile had the highest probabilities levels of starchy foods (95.9%), dairy products (94.5%), sugar products (97.7%), fatty and salty products (49.6%), and nibbling (88.1%) associated with moderate to vigorous PA.
- ***"Healthy diet and no PA (n=712, 29.8%)":*** characterized by low probability of sugar products (35.9%), fatty and salty foods (7.7%) consumptions and nibbling (45.5%). They had also the lowest probabilities of vigorous (0.02%) and moderate (3.7%) PA.
- ***"Restrictive diet and low PA (n=507, 21.2%)"***: The profile of lowest probabilities of fruits and vegetables (1.8%), starchy foods (31.2%), dairy products (19.9%), fatty and salty foods (0.6%) consumptions associated with low PA

For Review Only

- ***"Sugar products, nibbling and low PA (n=399, 16.7%)":*** adolescents were sugar products consumers (90.4%), nibblers (94.1%) with low level of PA and labelled as **"unhealthy".**

The measurement invariance test was significant, suggesting no measurement invariance across time (ΔG^2=81.2, df=50, p=0.003) (**Table S2**). However, the model with measurement invariance is preferable because it is more parsimonious (high degrees of freedom, lower AIC and BIC).

At both times, the modal behaviour profile was "healthy diet and no PA" with 29.8% of adolescents at T0 and 30.3% at T2 **(Table 3** and **Figure 1)**. In contrast, the "healthy" profile was the smallest with 9.4% at T0 and 11.9% at T2. Overall, the prevalence of the five profiles was similar at T0 and T2. From 61% to 78.8% of adolescents belonged to the same nutritional behaviour profile at T0 and T2. No "unhealthy" adolescents at T0 became "healthy" at T2 but more frequently became "restrictive diet and low PA". "Healthy diet and no PA" adolescents more frequently became "healthy", "big eater and moderate PA" became "healthy diet and no PA", and "healthy" adolescents became "big eater and moderate PA". Changes were as follows: "Mixed" (n=905, 37.87%)", "Favourable" (n=671, 28.07%)", and "Unfavourable" (n=814, 34.06%)".

Identification of nutritional behaviour profiles and changes associated factors

Table 4 provides factors associated with nutritional behaviour profiles at T0. As compared with girls, for boys, odds were higher for a "healthy" (OR =3.52; 95%CI [2.50;4.95]), and "big eater and moderate PA" than "healthy diet and no PA" profile. As compared with young adolescents, with old adolescents, odds were higher for a "unhealthy" (OR=2.44; 95%CI= [1.80;3.30]), "big eater and moderate PA" or "restrictive diet and low PA" than "healthy diet and no PA" profile. The likelihood of being "unhealthy" (OR=1.30; 95%CI= [1.16;1.45]),

For Review Only

"healthy", "big eater and moderate PA" or "restrictive diet and low PA" rather than "healthy diet and no PA" decreased with SES. Overweight or obese adolescents were half as "big eater and moderate PA" or "unhealthy" (OR=0.51; 95%CI= [0.36;0.73]) than "healthy diet and no PA", compared to normal weight ones.

Results in **Table 5** show that as compared with girls, for boys, odds were higher "favourable" and most importantly "unfavourable" changes (OR=1.85; 95%CI= [1.52;2.27]) than "mixed" changes. Similar results were observed among older than younger adolescents (OR=1.77; 95%CI= [1.40;2.24]) and among highly less advantaged adolescents than highly advantaged ones (OR= 2.35; 95%CI= [1.51;3.64]). Adolescents with overweight or obesity were less likely to have "unfavourable" than "mixed" changes.

Discussion

This 2-year prospective study highlighted five nutritional behaviour profiles among school-aged adolescents in France which did not differ in SB: "healthy", "big eater and moderate PA", "healthy diet and no PA", "restrictive diet and low PA" and "unhealthy". Adolescents were mostly "healthy diet and no PA" particularly girls, with overweight or obesity and socially advantaged SES whereas older adolescents were more often "big eater and moderate PA" or in the "restrictive diet and low PA" or "unhealthy" profiles. "Mixed", "favourable" and "unfavourable" changes were around equal. Boys, older and socially less advantaged adolescents were more likely to exhibit "unfavourable" than "mixed" changes, while it was the opposite in adolescents with overweight or obesity.

The nutritional behaviour profiles we identified in did not differ in terms of SB, and may be explained by how SB was measured. In a large cross-sectional study of 2084 adolescents from 10 European countries, Ottevaere et al. described similar profiles [14], except a sedentary one not found in our study. The authors measured several SB domains (television viewing, playing with computer games, playing with console games, use of the Internet for non-study

For Review Only

reasons, use of the Internet for study, and studying/homework), whereas total sitting time during week-days, regardless of SB domains, was used to measure SB in the current study. Given that sitting time during week-days consisted mainly of coerced behaviour among school-aged adolescents (sitting at school), SB could be homogeneous among the latter. Additionally, in a Brazilian study of a national school-based sample that used similar measures than Ottevaere et al. [14] adolescents were separated by SB, with a health-risk cluster characterized by high levels of SB (almost 8-hr/day) and a combination of unhealthy diet (>3 days/week), <3 days/week of healthy diet and PA <1 day/week [27]. The same level of SB among nutritional behaviours identified with different levels of PA showed no systematic negative association between time spent in moderate to vigorous PA and sedentary activities. [11,28].

The "healthy" profile characterized by a healthy diet and high level of PA was reported in previous studies. In a systematic review, this profile was found in 8 of 13 [12]. The review of Elders et al. showed that more active individuals are motivated to eat healthier than are less active individuals [29]. Additionally a German study of children and adolescents reported a high level of PA associated with a healthy diet [1]. Otherwise, "big eater and moderate PA" and "healthy diet and no PA" were opposite profiles. These profiles are reported elsewhere [14] and could be explained by the fact that some people try to compensate, consciously or unconsciously via the complex neurological pathway of energy homeostasis, an unhealthy behaviour by showing healthy habits for another dimension [30].

Nutritional behaviour profiles differed by gender, weight status, age and SES. First, girls were more "healthy diet and no PA" than "healthy" or "big eater and moderate PA", meaning that they had a more balanced diet but lower PA level than boys. This agrees with the literature [14]. The French Esteban study reported that as compared with boys adolescent girls were physically inactive, with a downward trend in PA with age mainly affecting girls [10]. In the

For Review Only

HELENA study, boys were highly represented in the cluster with high levels of moderate to vigorous PA and low-quality diet, whereas clusters with low levels of moderate to vigorous PA and high-quality diet contained more girls [14]. Second, adolescents with overweight or obesity were more frequently "healthy diet and no PA" than "big eater and moderate PA" and "unhealthy", which suggests that they are physically inactive but ate healthy at baseline. This hypothetical reverse causality may be explained by the fact that adolescents with overweight or obesity were actively trying to lose weight by adopting a healthy diet [7]. In a large European cross-sectional study, te Velde et al. [31] found that as compared with children in the high PA/low SB cluster, boys and girls in the low PA/high SB cluster and the high TV viewing cluster, had the highest odds of being overweight. Third, young adolescents were more "healthy diet and no PA " and presumed healthier diet, than older adolescents which agrees with most studies in which profiles characterized by unhealthy dietary patterns seemed to consistently feature predominantly older adolescents [7]. Young adolescents were less active than older adolescents but this difference was not too important (e.g. no significant difference between "healthy" and "healthy diet and no PA" profiles). In contrast, systematic reviews [7,12] reported that adolescents in active typologies, regardless of diet quality, were typically younger than those in inactive typology but these studies included older adolescents than in our study [12]. Finally, having a "healthy diet and no PA" versus another profile increased with SES and suggests expected healthier DB but unexpected lower PA with increasing SES [14,32]. Ottevaere et al. reported that adolescents with higher-educated parents were more likely to be in healthy profile and healthy eating, low PA and low SB profile than other adolescents. The authors considered that SES is rather an indicator of affluence rather than knowledge and cognitive performance, which is correlated more with nutritional behaviours [7,14]. Nutritional behaviours remained mostly stable over time, possibly due to no environment (i.e. school) change, and were consistent with results of the Esteban study not showing a

For Review Only

significant change in food consumption and PA among adolescents [10]. Boys, older and less advantaged adolescents were more likely to experience "favourable" and "unfavourable" changes suggesting stronger interdependence between PA and DB among them [1]. Moreover, larger "unfavourable" changes among the latter are in line with the literature. First, Béghin et al. showed a significant decrease in PA among adolescents boys with no difference among girls [33]. Askovic et al. [34] reported that gender differences in DB intensified from early to late adolescence. These gender differences are explained by gender specific energetic demands and culture typical beauty ideals [35]. Second, in their meta-analysis, Winpenny et al. evidenced decrease in PA and diet quality from late adolescence to early adulthood, suggesting that higher "unfavourable" changes among older than younger adolescents could reflect an increase in freedom and obesogenic behaviours [36]**.** Third, on one hand, a recent systematic review evidenced a higher probability of low SES adolescents to follow an inactive rather active trajectory, [37] and on the other hand, Winpenny et al. showed a positive association between leaving education and sugar-sweetened beverages intake [38]. This could be embedded in a life-course approach, in which low SES adolescents accumulate barriers to healthy behaviours such as DB and PA, and translate into its deterioration through life**.** Moreover, higher "unfavourable" changes among low than high SES adolescents, could ultimately narrow existing social inequalities in DB and PA [39]. Finally our hypothesis of reverse causality is supported by the fact that adolescents with overweight or obesity exhibit less unfavourable changes.

This study has some limitations. First, DB, PA and SB were measured by self-reporting questionnaires, which can imply social desirability bias or memory bias. Nonetheless, questionnaires are frequently used to assess nutritional behaviours and the IPAQ is reliable and valid [21]. Moreover BMB is a food frequency questionnaire similar to the validated HELENA-Dietary Assessment Tool [40]. Second, SB measurement was restricted to sitting

Cambridge University Press

For Review Only

time instead of all SB items (television viewing, playing with computer or console games, uses of the Internet for non-study reasons and use of internet for study, and studying/homework) and could be underestimated.

Despite these limitations, our study has several strengths including the LTA method which compared to cluster analysis uses greater reliable statistical criteria to identify nutritional behaviours profiles [41]. The large sample (2390 participants) of the current study and its longitudinal design that allowed exploring nutritional behaviours changes over time are additional strengths.

Conclusion

This study evidenced 5 nutritional profiles among school-aged adolescents that differed in terms of DB and PA but not SB. Nutritional behaviour profiles were associated with age, gender, weight status, SES at baseline. Changes suggested around equal favourable, unfavourable and mixed changes in nutritional behaviour profiles. Boys, older and socially less advantaged adolescents were more at risk of unfavourable changes, while it was the opposite for the ones with overweight or obesity. Findings highlight the importance of acting on nutritional behaviours to prevent overweight and obesity among adolescents and advocate a management and care of adolescents adapted to their characteristics.

Acknowledgments

In the name of the PRALIMAP trial group, the authors thank all those who, through their various roles, led to the implementation of this project. The PRALIMAP Trial Group: N. Agrinier, N. Angel, R. Ancellin, E. Aptel, F. Bailly, L. Barthelemy, D. Bezaz, E. Bonsergent, S. Brianc¸on, J. F. Collin, R. De Lavenne, E. Dietz, P. Enrietto, E. Favre, M. Gentieu, E. Gouault, M. Helfenstein, S. Hercberg, F. Kurtz, J. Langlois, P. Laure, E. Lecomte, K. Legrand, E. Lecomte, J. Lighezzolo, P. Marx, A. Y. Omorou, A.Osbery,M. O.

For Review Only

Piquee,P.Renaudin, G.Robert, A. Schichtel, S. Tessier, A. Vuillemin, E. Villemin, and M. Wuillaume.

Financial support

This research did not receive any specific funding from agencies/institutions in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflict of interest

None.

Authorship

Mohamed DAKIN contributed to designing the study, carrying out the study, analysing the data, interpreting the findings and writing the article. Florian MANNEVILLE and Abdou Y. OMOROU contributed to formulating the research question, designing the study, interpreting the findings and writing the article. Johanne Langlois, Karine Legrand, Edith Lecomte and Serge Briançon contributed to interpreting the findings and proofreading the article.

For Review Only

References

1. Manz K, Mensink GBM, Finger JD, et al. (2019) Associations between Physical Activity and Food Intake among Children and Adolescents: Results of KiGGS Wave 2. *Nutrients* **11**, 1060.

2. Nutrition et santé. *Inserm - Sci. Pour Santé*. https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/nutrition-et-sante (accessed November 2019).

3. Cunha C de M, Costa PRF, de Oliveira LPM, et al. (2018) Dietary patterns and cardiometabolic risk factors among adolescents: systematic review and meta-analysis. *Br. J. Nutr.* **119**, 859–879.

4. Poitras VJ, Gray CE, Borghese MM, et al. (2016) Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. *Appl. Physiol. Nutr. Metab. Physiol. Appl. Nutr. Metab.* **41**, S197-239.

5. Janssen I & Leblanc AG (2010) Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **7**, 40.

6. Carson V, Hunter S, Kuzik N, et al. (2016) Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update. *Appl. Physiol. Nutr. Metab. Physiol. Appl. Nutr. Metab.* **41**, S240-265.

7. Leech RM, McNaughton SA & Timperio A (2014) The clustering of diet, physical activity and sedentary behavior in children and adolescents: a review. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **11**, 4.

8. Kim Y, Barreira TV & Kang M (2016) Concurrent Associations of Physical Activity and Screen-Based Sedentary Behavior on Obesity Among US Adolescents: A Latent Class Analysis. *J. Epidemiol.* **26**, 137–144.

9. Al-Hazzaa HM, Abahussain NA, Al-Sobayel HI, et al. (2011) Physical activity, sedentary behaviors and dietary habits among Saudi adolescents relative to age, gender and region. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **8**, 140.

10. Équipe de surveillance et d'épidémiologie nutritionnelle (Esen) (2017) Étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (Esteban) 2014-2016. Chapitre Activité physique et sédentarité. In *Volet Nutr.*, p. 58.

11. Gillis L, Tomkinson G, Olds T, et al. (2013) Research priorities for child and adolescent physical activity and sedentary behaviours: An international perspective using a twin-panel Delphi procedure. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **10**, 112.

12. Parker KE, Salmon J, Costigan SA, et al. (2019) Activity-related behavior typologies in youth: a systematic review. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **16**, 44.

For Review Only

13. Pérez-Rodrigo C, Gil Á, González-Gross M, et al. (2015) Clustering of Dietary Patterns, Lifestyles, and Overweight among Spanish Children and Adolescents in the ANIBES Study. *Nutrients* **8**, 11.

14. Ottevaere C, Huybrechts I, Benser J, et al. (2011) Clustering patterns of physical activity, sedentary and dietary behavior among European adolescents: The HELENA study. *BMC Public Health* **11**, 328.

15. Hanson SK, Munthali RJ, Micklesfield LK, et al. (2019) Longitudinal patterns of physical activity, sedentary behavior and sleep in urban South African adolescents, Birth-To-Twenty Plus cohort. *BMC Pediatr.* **19**, 241.

16. Okely AD, Lubans DR, Morgan PJ, et al. (2017) Promoting physical activity among adolescent girls: the Girls in Sport group randomized trial. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **14**, 81.

17. Jago R, Salway R, Lawlor D, et al. (2018) Profiles of children's physical activity and sedentary behaviour between age 6 and 9: a latent profile and transition analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act* **15**, 103.

18. Leech RM, McNaughton SA & Timperio A (2015) Clustering of diet, physical activity and sedentary behaviour among Australian children: cross-sectional and longitudinal associations with overweight and obesity. *Int. J. Obes.* **39**, 1079–1085.

19. Briançon S, Bonsergent E, Agrinier N, et al. (2010) PRALIMAP: study protocol for a high school-based, factorial cluster randomised interventional trial of three overweight and obesity prevention strategies. *Trials* **11**, 119.

20. Bonsergent E, Agrinier N, Thilly N, et al. (2013) Overweight and Obesity Prevention for Adolescents: A Cluster Randomized Controlled Trial in a School Setting. *Am. J. Prev. Med.* **44**, 30–39.

21. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, et al. (2003) International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med. Sci. Sports Exerc.* **35**, 1381–1395.

22. Bertrand X (2006) *Deuxième Programme National Nutrition Santé 2006-2010*. .

23. Rocher T (2016) Construction d'un indice de position sociale des élève. *Educ. Form.*, 1–27.

24. Manneville F, Omorou AY, Legrand K, et al. (2019) Universal School-Based Intervention Does Not Reduce Socioeconomic Inequalities in Weight Status among Adolescents. *Child. Obes. Print* **15**, 532–540.

25. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, et al. (2000) Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* **320**, 1240–1243.

26. Lanza ST, Bray BC & Collins LM (2012) An Introduction to Latent Class and Latent Transition Analysis. In *Handb. Psychol. Second Ed.* American Cancer Society.

For Review Only

27. Matias TS, Silva KS, Silva JA da, et al. (2018) Clustering of diet, physical activity and sedentary behavior among Brazilian adolescents in the national school - based health survey (PeNSE 2015). *BMC Public Health* **18**, 1283.

28. Omorou A, Langlois J, Lecomte E, et al. (2014) Adolescents' Physical Activity and Sedentary Behavior: A Pathway in Reducing Overweight and Obesity: The PRALIMAP 2-Year Cluster Randomized Controlled Trial. *J. Phys. Act. Health* **12**, 628–635.

29. Elder SJ & Roberts SB (2007) The effects of exercise on food intake and body fatness: a summary of published studies. *Nutr. Rev.* **65**, 1–19.

30. Horvath TL, Diano S & Tschöp M (2004) Circuits cérébraux régulant l'homéostasie énergétique. *The Neuroscientist* **10**, 235–246.

31. te Velde SJ, De Bourdeaudhuij I, Thorsdottir I, et al. (2007) Patterns in sedentary and exercise behaviors and associations with overweight in 9–14-year-old boys and girls - a cross-sectional study. *BMC Public Health* **7**, 16.

32. Stalsberg R & Pedersen AV (2010) Effects of socioeconomic status on the physical activity in adolescents: a systematic review of the evidence. *Scand. J. Med. Sci. Sports* **20**, 368–383.

33. Béghin L, Vanhelst J, Drumez E, et al. (2019) Gender influences physical activity changes during adolescence: The HELENA study. *Clin. Nutr. Edinb. Scotl.* **38**, 2900–2905.

34. Askovic B & Kirchengast S (2012) Gender differences in nutritional behavior and weight status during early and late adolescence. *Anthropol. Anz. Ber. Uber Biol.-Anthropol. Lit.* **69**, 289–304.

35. Marino M, Masella R, Bulzomi P, et al. (2011) Nutrition and human health from a sex-gender perspective. *Mol. Aspects Med.* **32**, 1–70.

36. Winpenny EM, Smith M, Penney T, et al. (2020) Changes in physical activity, diet, and body weight across the education and employment transitions of early adulthood: A systematic review and meta-analysis. *Obes. Rev.* **21**, e12962.

37. Lounassalo I, Salin K, Kankaanpää A, et al. (2019) Distinct trajectories of physical activity and related factors during the life course in the general population: a systematic review. *BMC Public Health* **19**, 271.

38. Winpenny EM, van Sluijs EMF, White M, et al. (2018) Changes in diet through adolescence and early adulthood: longitudinal trajectories and association with key life transitions. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **15**, 86.

39. Elgar FJ, Pförtner T-K, Moor I, et al. (2015) Socioeconomic inequalities in adolescent health 2002-2010: a time-series analysis of 34 countries participating in the Health Behaviour in School-aged Children study. *Lancet Lond. Engl.* **385**, 2088–2095.

For Review Only

40. Vereecken CA, Covents M, Sichert-Hellert W, et al. (2008) Development and evaluation of a self-administered computerized 24-h dietary recall method for adolescents in Europe. *Int. J. Obes.* **32**, S26–S34.

41. Beets MW & Foley JT (2010) Comparison of 3 different analytic approaches for determining risk-related active and sedentary behavioral patterns in adolescents. *J. Phys. Act. Health* **7**, 381–392.

For Review Only

Table 1. Comparison of baseline characteristics between the study sample and non-completers

Characteristics	Study sample[a] (n=2390)	Non-completers[b] (n=1095)	p-value[c]
Sociodemographic characteristics			
Age in year: mean (standard deviation)	15.16 (0.63)	15.29 (0.66)	<0.001
Age at entering in grade 10			<0.001
Late placement at school	601 (25.15)	388 (35.43)	
Classic or advanced placement at school	1789 (74.85)	707 (64.57)	
Gender			<0.001
Boys	1038 (43.43)	565 (51.60)	
Girls	1352 (56.57)	530 (48.40)	
Family income			0.001
High	1448 (61.72)	593 (55.84)	
Low or average	898 (38.28)	469 (44.16)	
Missing	44	33	
Socioeconomic status (IPSE classes)			0.002
Highly less advantaged	332 (13.89)	196 (17.90)	
Less advantaged	616 (25.77)	303 (27.67)	
Intermediate	736 (30.79)	329 (30.05)	
Advantaged	500 (20.92)	196 (17.90)	
Highly advantaged	206 (8.62)	71 (6.48)	
Type of high school			0.14
General and technological	2079 (86.99)	972 (88.77)	
Vocational	311 (13.01)	123 (11.23)	
Residence			0.06
Urban	1150 (49.23)	564 (52.66)	
Rural	1186 (50.77)	507 (47.34)	
Missing	54	24	
Weight status			0.42
Overweigh/obese	431 (18.22)	207 (19.38)	
Normal	1934 (81.78)	861 (80.62)	
Missing	25	27	
Intervention strategies			
Screening and care strategy			0.005
Yes	1142 (47.78)	579 (52.88)	
No	1248 (52.22)	516 (47.12)	
Educational strategy			0.26
Yes	1330 (55.65)	587 (53.61)	
No	1060 (44.35)	508 (46.39)	
Environmental strategy			0.93
Yes	1180 (49.37)	539 (49.22)	
No	1210 (50.63)	556 (50.78)	

Abbreviations: IPSE, Indice de Position Sociale des Elève; IPAQ, International Physical Activity Questionnaire; BMB, Questionnaire Boire Manger Bouger.

[a] *Adolescents with complete data on BMB and IPAQ at T0 (baseline) and complete BMB and IPAQ at T2 (2 years).*

[b] *Adolescents with complete data on BMB and IPAQ at T0 and no data on BMB and IPAQ at T2.*

[c] *p-value of chi square test (for categorical variables) and student's t-test (for continuous variables) comparing characteristics of study sample and non-completers.*

For Review Only

Table 2. Comparison of baseline nutritional behaviours between the study sample and non-completers

Nutritional behaviours	Study sample[a] (n=2390)	Non-completers[b] (n=1095)	p-value[c]
Dietary behaviours			
Fruits and vegetables			<0.001
Low	2032 (85.02)	983 (89.77)	
High	358 (14.98)	112 (10.23)	
Starchy foods			<0.001
Low	551 (23.05)	347 (31.69)	
High	1889 (76.95)	748 (68.31)	
Dairy products			<0.001
Low	956 (40.0)	504 (46.03)	
High	1434 (60.0)	591 (53.97)	
Sugar products			0.11
Low	1088 (45.52)	467 (42.65)	
High	1302 (54.48)	628 (57.35)	
Salty and fatty foods			0.02
Low	1948 (81.51)	857 (78.26)	
High	442 (18.49)	238 (21.74)	
Nibbling			<0.001
Low	830 (34.73)	268 (24.47)	
High	1560 (65.27)	827 (75.53)	
Physical activity			
Vigorous physical activity			0.26
Low	1868 (78.16)	837 (76.44)	
High	522 (21.84)	258 (23.56)	
Moderate physical activity			0.55
Low	2144 (89.71)	975 (89.04)	
High	246 (10.29)	120 (10.96)	
Walking			0.04
Low	2255 (94.35)	1014 (92.6)	
High	135 (5.65)	81 (7.4)	
Sedentary behaviour			0.45
Low	1244 (52.05)	585 (53.42)	
High	1146 (47.95)	510 (46.58)	

Abbreviations: IPSE, Indice de Position Sociale des Elève; IPAQ, International Physical Activity Questionnaire; BMB, Questionnaire Boire Manger Bouger.

[a] *Adolescents with complete data on BMB and IPAQ at T0 (baseline) and complete BMB and IPAQ at T2 (2 years).*

[b] *Adolescents with complete data on BMB and IPAQ at T0 and no data on BMB and IPAQ at T2.*

[c] *p-value of chi square test comparing dietary behaviours, physical activity and sedentary behaviours of study sample and non-completers.*

For Review Only

Table 3. Prevalence of nutritional behaviour profiles and their changes from T0 (baseline) to T2 (2 years)

	Healthy	**Big eater and moderate PA**	**Healthy diet and no PA**	**Restrictive diet and low PA**	**Unhealthy**
Prevalence of statuses at :					
T0	0.094	0.229	0.298	0.212	0.167
T2	0.119	0.226	0.303	0.194	0.158
Transition probabilities (Rows for T0, Columns for T2)					
Healthy	**0.781**	0.078	0.069	0.058	0.014
Big eater and moderate PA	0.051	**0.708**	0.136	0.052	0.053
Healthy diet and no PA	0.077	0.062	**0.788**	0.067	0.006
Restrictive diet and low PA	0.050	0.145	0.122	**0.610**	0.073
Unhealthy	0.000	0.045	0.033	0.163	**0.759**

Abbreviations: T0, entering in grade 10; T1, entering in grade 12
Note. Transition probabilities in bold font correspond to memberships in the same nutritional behaviour profiles at both times

For Review Only

Table 4. Factors associated with nutritional behaviour profiles at T0 (baseline)

	Healthy vs **Healthy diet and no PA**		**Big eater and moderate PA** vs **Healthy diet and no PA**		**Restrictive diet and low PA** vs **Healthy diet and no PA**		**Unhealthy** vs **Healthy diet and no PA**	
	OR	[95% CI]	OR	[95% CI]	OR	[95% CI]	OR	[95% CI]
Gender								
Girls	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Boys	**3.52**	**[2.50;4.95]**	**2.13**	**[1.70;2.69]**	1.15	[0.90;1.47]	1.32	[1.00;1.72]
Age at entering in grade 10								
Classic or advanced	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Late placement	1.29	[0.85;1.96]	**2.09**	**[1.58;2.77]**	**1.96**	**[1.47;2.62]**	**2.44**	**[1.80;3.30]**
Socio-economic status								
Highly advantaged	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Advantaged	1.39	[0.74;2.64]	**1.60**	**[1.02;2.51]**	1.22	[0.77;1.93]	1.48	[0.87;2.53]
Intermediate	1.25	[0.67;2.32]	**1.56**	**[1.01;2.41]**	1.13	[0.73;1.76]	**1.71**	**[1.03;2.85]**
Less advantaged	1.74	[0.92;3.33]	**1.98**	**[1.26;3.12]**	**1.77**	**[1.12;2.80]**	**2.67**	**[1.58;4.50]**
Highly less advantaged	**2.31**	**[1.11;4.79]**	**2.87**	**[1.72;4.80]**	**2.68**	**[1.61;4.47]**	**2.85**	**[1.58;5.15]**
Test for linear trend[a]	**1.19**	**[1.03;1.38]**	**1.23**	**[1.11;1.36]**	**1.28**	**[1.15;1.42]**	**1.30**	**[1.16;1.45]**
Overweight/obesity								
No	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Yes	0.91	[0.60;1.36]	**0.50**	**[0.37;0.69]**	**1.14**	**[0.85;1.51]**	**0.51**	**[0.36;0.73]**
Intervention strategies								
Educational strategy								
No	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Yes	0.94	[0.67;1.31]	0.99	[0.79;1.24]	0.83	[0.65;1.05]	0.81	[0.63;1.05]
Environmental strategy								
No	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Yes	0.92	[0.66;1.27]	1.03	[0.82;1.29]	1.06	[0.84;1.34]	0.98	[0.76;1.26]
Screening and care strategy								
No	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.

For Review Only

Yes	1.17	[0.84;1.62]	0.95	[0.76;1.20]	1.12	[0.89;1.42]	1.16	[0.90;1.49]

Abbreviations: OR, odds ratio; CI, confidence interval; Ref, reference.

[a] *Socioeconomic status (IPSE classes) used as a discrete variable*

For all analyses, inactive group was the reference group

OR and 95% CI in bold indicate p-value<0.05.

For Review Only

Table 5. Factors associated with nutritional behaviours profiles changes using multinomial logistic regression model

	Favourable changes[1] vs **Mixed changes**[3]		**Unfavourable changes**[2] vs **Mixed changes**	
	OR	[95% CI]	OR	[95% CI]
Gender				
Girls	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Boys	**1.44**	**[1.17;1.77]**	**1.85**	**[1.52;2.27]**
Age at entering in grade 10				
Classic or advanced	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Late placement	**1.32**	**[1.03;1.70]**	**1.77**	**[1.40;2.24]**
Socio-economic status				
Highly advantaged	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Advantaged	1.02	[0.68;1.52]	1.24	[0.83;1.84]
Intermediate	1.10	[0.75;1.62]	1.31	[0.90;1.92]
Less advantaged	1.41	[0.94;2.10]	**1.76**	**[1.19;2.61]**
Highly less advantaged	**1.59**	**[1.02;2.50]**	**2.35**	**[1.51;3.64]**
Test for linear trend [a]	**1.14**	**[1.04;1.25]**	**1.23**	**[1.12;1.34]**
Overweight/obesity				
No	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Yes	1.13	[0.88;1.45]	**0.46**	**[0.34;0.60]**
Intervention strategies				
Educational strategy				
No	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Yes	0.85	[0.69;1.04]	0.85	[0.70;1.04]
Environmental strategy				
No	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Yes	0.93	[0.76;1.14]	1.02	[0.83;1.24]
Screening and care strategy				
No	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Yes	1.03	[0.84;1.26]	1.08	[0.88;1.31]

Abbreviations: OR, odds ratio; CI, confidence interval; Ref, reference.
[1]*Adolescents with improvement in DB and PA, or improvement in PA and no change in DB, or reciprocally from T0 to T2.*
[2] *Adolescents with deterioration in DB and PA, or improvement in PA and no change in DB, or reciprocally from T0 to T2.*
[3] *Adolescents with improvement in DB and deterioration in PA from T0 to T2, or reciprocally.*
[a] *Socioeconomic status (IPSE classes) used as a discrete variable.*
OR and 95% CI in bold indicate p-value<0.05.

For Review Only

Figure 1. Changes between nutritional behaviour profiles from T0 (baseline) to T2 (2 years)

Abbreviation: PA, physical activity.

Supplementary material

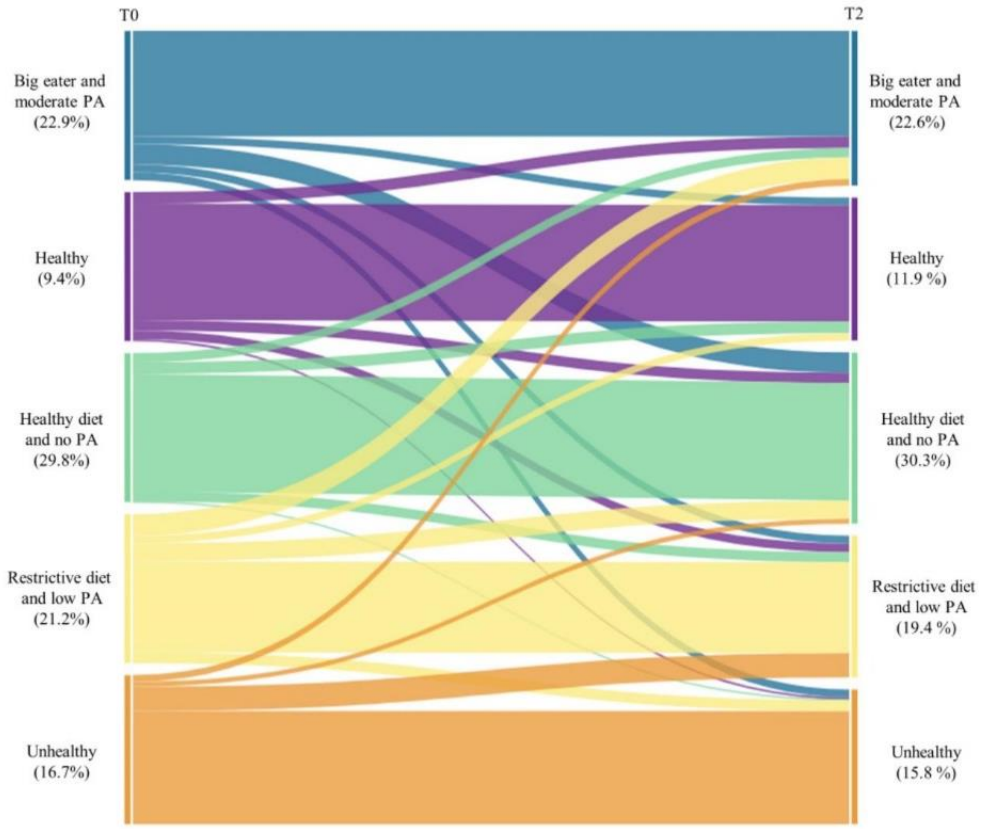
Supplementary Figure S1

Supplementary Figure S2

Supplementary Table S1

Supplementary Table S2

For Review Only



Changes between nutritional behaviour profiles from T0 (baseline) to T2 (2 years)

275x190mm (300 x 300 DPI)

Table S1. Model fit for models with 2-10 statuses (latent transition analysis)

Log-likelihood	Degrees of freedom	Likelihood-Ratio G^2	AIC	BIC	Number of latent statuses
-23697.5	1048552	12420.92	12466.92	12599.84	2
-23509.1	1048537	12044.16	12120.16	12339.76	3
-23154	1048520	11334.02	11444.02	11761.86	4
-22998	1048501	11021.7	11169.7	**11597.3**	**5**
-22924.6	1048480	10875.13	11065.13	11614.14	6
-22861.3	1048457	10748.46	10984.46	11666.39	7
-22803	1048432	10632	10918	11744.41	8
-22738.9	1048405	10503.79	10843.79	11826.23	9
-22698.8	1048376	10423.58	10821.58	11971.61	10

Abbreviations: AIC, Akaike Information Criterion; BIC, Bayesian Information Criterion.

ew Only

Table S2. Test of measurement invariance across time

	G^2	Df	AIC	BIC	Log-likelihood	p-value[a]
Model without measurement invariance	10940,5	1048451	11188	11905	-22957	-
Model with measurement invariance	11021,7	1048501	11169	11597	-22998	-
Difference[b]	81.2	50	-	-	41	0.003

Abbreviations: AIC, Akaike Information Criterion; BIC, Bayesian Information Criterion; Df, Degree of freedom; G^2, test for likelihood ratio statistic.

[a] *p-value of measurement invariance test.*

[b] *Difference indicates likelihood-ratio test and difference of degree of freedom between the two model*

For Review Only

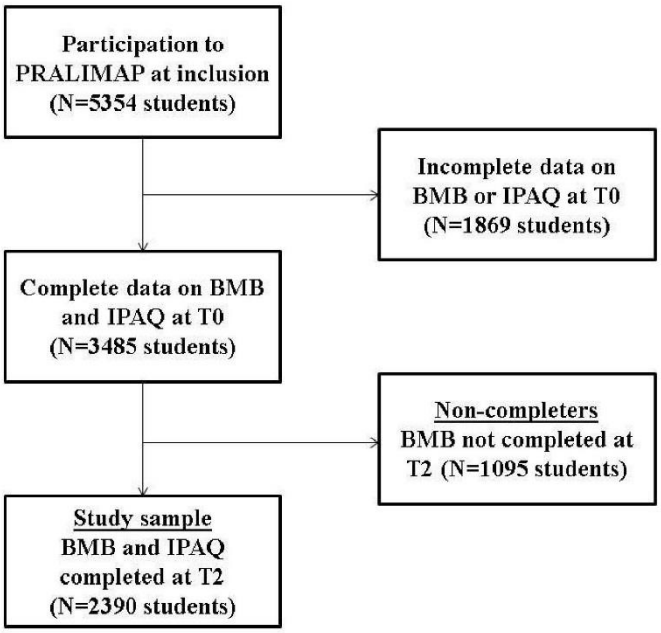


Figure S1. Flow chart of the study sample selection

w Only

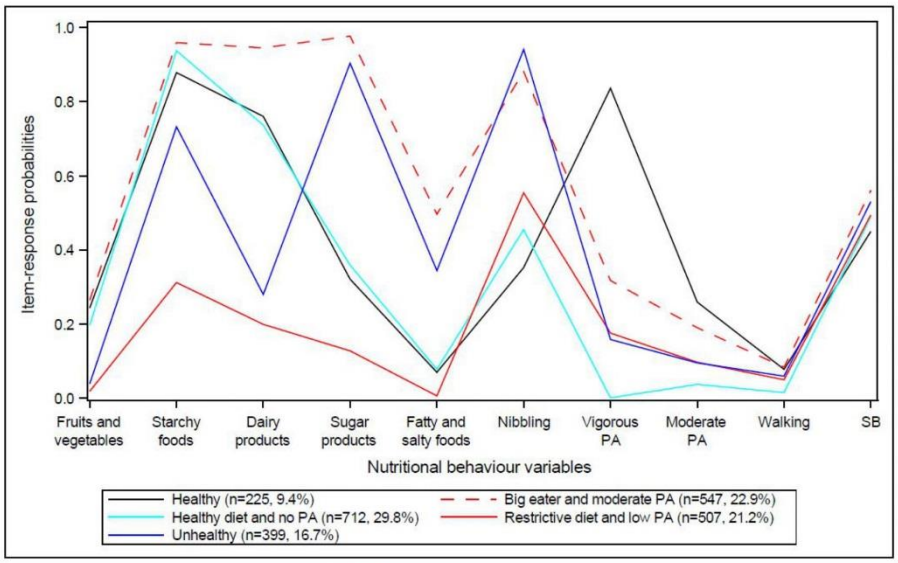


Figure S2. Nutritional behaviour profiles identified with latent transition analysis at T0 (baseline) among adolescents (n=2390): 5-statuses model

Abbreviations: PA, physical activity; SB, sedentary behaviour.

Review Only

Synthèse des résultats de l'axe 1

- Globalement, plus le SSE est élevé, plus la pratique d'activité physique est élevée. En revanche, le comportement sédentaire ne varie pas en fonction du SSE. Ces deux comportements pourraient expliquer près de 15% du gradient social de corpulence.
- La prise en compte simultanée des comportements nutritionnels a révélé cinq profils qui différent principalement en termes d'activité physique et de comportement alimentaire. Plusieurs facteurs sont associés à ces profils et à leurs évolutions :
    - les adolescents en situation de surpoids et d'obésité ont une alimentation plus équilibrée et moins de changements défavorables des comportements que ceux avec un statut pondéral normal (potentielle causalité inverse) ;
    - plus les adolescents ont un SSE élevé, plus leur alimentation est équilibrée et plus l'évolution de leurs comportements est défavorable

Les résultats de cet axe ont globalement montré que les comportements des adolescents différaient en fonction de leur SSE. Ceci pourrait être dû aux contraintes propres à leur SSE (e.g. manque d'infrastructures, de moyens financiers) mais également à leurs dispositions à adopter certains comportements (i.e. certaines personnes sont plus enclines à pratiquer une activité physique que d'autres). Cette notion fait référence aux tempéraments des individus et mériterait d'être étudiée dans d'autres travaux.

3.2. Axe 2 : Efficacité d'une intervention de santé publique sur la réduction des inégalités sociales de santé

Cet axe visait à évaluer l'efficacité d'une intervention de santé publique sur la réduction des inégalités sociales de corpulence chez les adolescents (**Figure 24**). Cet objectif a été abordé sous deux angles à partir des données de l'essai PRALIMAP :

- De manière objective, en étudiant l'évolution de la corpulence en fonction du milieu social des adolescents ;
- De manière perceptuelle, en étudiant la façon dont la satisfaction corporelle (i.e. le fait de bien se sentir dans son corps ou non) pourrait avoir un impact sur l'efficacité à long terme de l'intervention

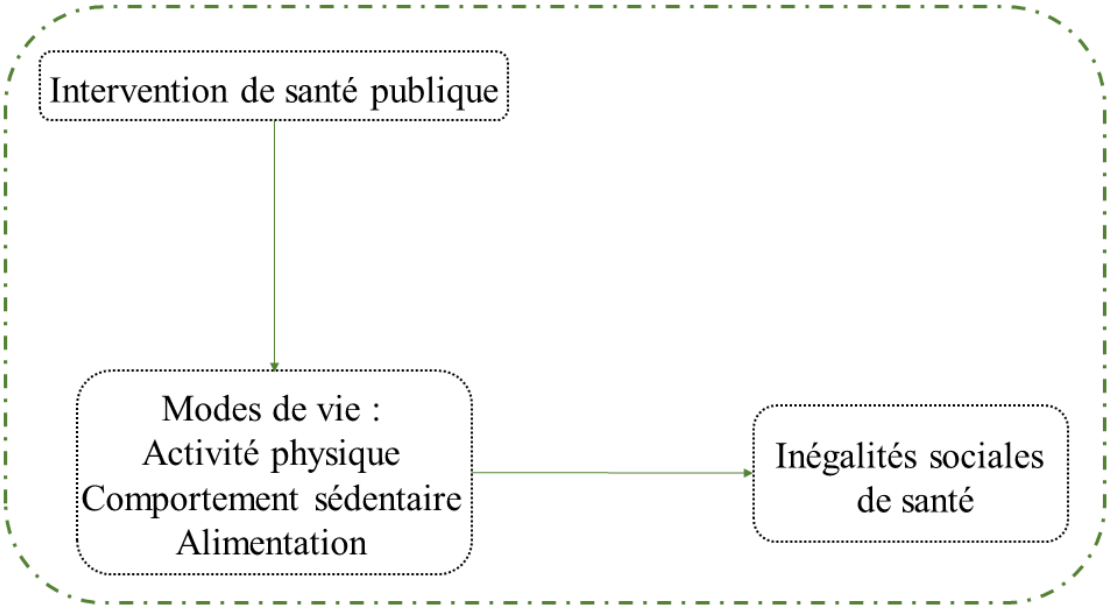


Figure 24 : Schéma illustratif du deuxième axe de la thèse

3.2.1. Impact de l'intervention universelle PRALIMAP sur la réduction des inégalités sociales de corpulence chez les adolescents

3.2.1.1. Contexte

Pour prévenir le surpoids et l'obésité chez les adolescents, des interventions universelles ont été réalisées, et leurs efficacités démontrées. Etant donné que les interventions universelles, par définition, ne prennent pas en compte les différences liées au SSE des adolescents, il est nécessaire d'évaluer leur impact sur le gradient social de corpulence. L'essai PRALIMAP est un exemple d'intervention universelle dont l'efficacité pour prévenir et réduire la prévalence de surpoids et l'obésité a été démontrée mais la question de son impact sur le gradient social de corpulence demeure. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'impact à deux ans de l'intervention universelle PRALIMAP sur le gradient social de corpulence chez des adolescents scolarisés.

3.2.1.2. Méthodes

Pour répondre à l'objectif de l'étude, les données de 3 504 adolescents ayant participé à l'essai PRALIMAP ont été utilisées. Les données ont été collectées à l'inclusion (T0) et à deux ans (T2). La corpulence a été évaluée par le z-score de l'IMC, l'IMC et la prévalence du surpoids et de l'obésité. L'indice de position sociale des élèves a été utilisé pour mesurer le SSE des adolescents. Le SSE a été défini à partir de l'IPSE. Le gradient social de corpulence a été décrit comme une association linéaire entre le SSE et l'IMC, le z-score de l'IMC et la prévalence du surpoids et de l'obésité. Des modèles hiérarchiques ont été utilisés pour évaluer l'évolution du gradient social de corpulence à deux ans. Les mêmes analyses ont été réalisées en fonction de la stratégie d'intervention dont ont bénéficié les adolescents (éducation, environnement, dépistage et prise en charge).

3.2.1.3. Résultats

Parmi les adolescents âgés de 14 à 18 ans, un gradient social de corpulence significatif a été mis en évidence pour l'IMC, le z-score de l'IMC et le surpoids et l'obésité. Dans l'ensemble, l'intervention universelle PRALIMAP n'a pas entraîné d'évolution différentielle du z-score de l'IMC, de l'IMC et la prévalence du surpoids et de l'obésité en fonction du SSE des adolescents. Des résultats similaires ont été observés peu importe la stratégie d'intervention (éducation, environnement, dépistage et prise en charge) dont ont bénéficié les adolescents.

En conclusion, cette étude n'a pas permis de mettre en évidence qu'une intervention universelle permettait de réduire ou d'augmenter le gradient social de corpulence chez les adolescents. Ces résultats suggèrent qu'une autre approche est nécessaire pour réduire le gradient social de corpulence à l'adolescence. Par exemple en adoptant une approche universelle et proportionnée qui permet de prendre en compte les différences existantes entre SSE.

3.2.1.4. Article

Ce travail a abouti à une publication dans une revue internationale avec comité de lecture : **Manneville F**, Omorou AY, Legrand K, Langlois J, Lecomte E, Guillemin F, Briançon S. Universal School-Based Intervention Does Not Reduce Socioeconomic Inequalities in Weight Status among Adolescents. *Child Obes*. 26 août 2019;15(8):532-40 (131)

CHILDHOOD OBESITY
December 2019 | Volume 15, Number 8
© Mary Ann Liebert, Inc.
DOI: 10.1089/chi.2019.0042

Universal School-Based Intervention Does Not Reduce Socioeconomic Inequalities in Weight Status among Adolescents

Florian Manneville, MPH,[1] Abdou Y. Omorou, MD, PhD,[1,2] Karine Legrand, PhD,[1,2]
Johanne Langlois, PhD,[1,3] Edith Lecomte, PhD,[3] Francis Guillemin, MD, PhD,[1,2]
Serge Briançon, MD, PhD[1]; and the PRALIMAP Trial Group*

Downloaded by 84.100.200.102 from www.liebertpub.com at 04/22/20. For personal use only.

Abstract

Background: Differences in weight status by socioeconomic position occur during adolescence and is known as weight social gradient (WSG). The PRALIMAP (Promotion de l'ALIMentation et de l'Activité Physique) trial highlighted that a universal intervention was effective in reducing overweight and obesity prevalence among adolescents. However, its ability to reduce the WSG is unclear. This study aimed to evaluate the impact of the PRALIMAP intervention on the WSG among adolescents.

Methods: Data were obtained from 3504 adolescents who participated in the school-based PRALIMAP trial between 2006 and 2009. The PRALIMAP study consisted of three interventional strategies: educational, environmental, screening and care. Weight status was assessed by body mass index (BMI) *z*-score and overweight and obesity prevalence. The "indice de position sociale des élèves" was used to measure adolescents' socioeconomic status. Linear regression and hierarchical models were used to assess the WSG and its evolution, respectively.

Results: Among all adolescents (14–18 years old), significant WSG was identified at baseline: BMI *z*-score ($\beta = -0.06$; $p < 0.0001$), overweight and obesity prevalence ($\beta = -2.86$; $p < 0.0001$). Overall, the intervention conferred no significant reduction in the WSG: BMI *z*-score ($\beta = -0.01$ [−0.02 to 0.01], $p = 0.48$), overweight and obesity prevalence ($\beta = -0.01$ [−0.07 to 0.05], $p = 0.73$). Similar results were observed for adolescents whatever the interventional strategy they benefited from in the PRALIMAP trial.

Conclusions: This study provided no evidence that the PRALIMAP universal intervention was effective in reducing the socioeconomic inequalities in weight status among adolescents. Different interventions that account for social differences should be considered to tackle these inequalities.

Keywords: adolescents; universal intervention; weight social gradient

Background

Overweight and obesity among adolescents have become major global public health concerns. The worldwide prevalence of overweight and obesity has substantially increased during the past three decades.[1] In France, the overweight and obesity prevalence among children and adolescents is estimated at ~17%.[2] Adolescents who are overweight or obese are more likely to continue to have obesity into adulthood and are at risk of several diseases such as diabetes, cardiovascular diseases, and certain forms of cancer.[3–5]

In high-income countries, low socioeconomic status (SES) has been identified as strongly related to overweight and obesity prevalence.[6,7] The highest rates are observed among the lowest socioeconomic groups, which increases their risk of morbidity and mortality. This observation reflects socioeconomic inequalities in weight status, which concern all socioeconomic groups, not just a particularly disadvantaged socioeconomic group, and follow a weight social gradient (WSG).[8] That is, overweight and obesity prevalence linearly decreases with increasing SES.[8,9]

Recent studies suggested that the rapid increase in overweight and obesity prevalence among adolescents has

[1]University of Lorraine, APEMAC, Team MICS, Nancy, France.
[2]CHRU-Nancy, INSERM, University of Lorraine, CIC, Clinical Epidemiology, Nancy, France.
[3]National Conservatory of Arts and Crafts (CNAM), Scientific and Technical Institute for Food and Nutrition (ISTNA), Nancy, France.
*For members of the PRALIMAP Trial Group, see Acknowledgment section.

plateaued, but socioeconomic inequalities in weight status are persistent or still increasing during this phase of life.[10–12] For example, a French study highlighted no significant evolution of overweight and obesity prevalence among adolescents from 2006 to 2015.[2] However, trends in overweight and obesity prevalence differ according to adolescents' SES and thus may widen the WSG.[10] Indeed, in the 2002–2014 health behavior in school-aged children study, the authors showed that WSG among adolescents remained unchanged or have become wider since 2002 in European countries.[11]

There is evidence of the effectiveness of universal interventions (*i.e.*, interventions delivered equally to the whole population) to prevent overweight and obesity among adolescents.[13] In a systematic review, the authors identified six universal interventions aimed at preventing obesity among adolescents; four were effective.[13] Nevertheless, given that universal interventions do not account for social differences, it is necessary to evaluate their impact on the WSG. For instance, a universal intervention may be inequitable in its impact because of inequities in uptake.[14] With that in mind, Whitehead called for an evaluation of all interventions aimed at promoting health for their impact on WSG.[15] Despite these recommendations, little is known about the impact of universal interventions on the WSG among adolescents.[14,16] In a systematic review, the authors[16] reported all existing interventions that might reduce WSG, and none were specific to adolescents.

The PRALIMAP (Promotion de l'ALIMentation et de l' Activité Physique) study was a 2-year universal school-based intervention aimed at preventing and reducing overweight and obesity among adolescents.[17] Bonsergent et al.[18] have highlighted the effectiveness of the PRALIMAP trial but the question remains about its ability to reduce the WSG. Therefore, the objective of this study was to evaluate the impact of the PRALIMAP universal intervention on the WSG among adolescents.

Methods

The PRALIMAP Trial

In this study, we used data from the PRALIMAP trial. It was a $2\times2\times2$ factorial cluster randomized controlled trial implemented in 24 state high schools in northeastern France between 2006 and 2009 (two academic years). This trial aimed to assess the effectiveness of three interventional strategies: "environmental," "educational," and "screening and care"—in preventing and reducing overweight and obesity among adolescents. The "environmental" strategy consisted of improving dietary and physical activity offerings in high schools; the "educational" strategy consisted of nutritional lessons and working groups; and the "screening and care" strategy consisted of detecting overweight or obesity and eating disorders among adolescents and proposing, if necessary, an adapted care management program of seven educational sessions.

The major finding of the PRALIMAP study was that of the three strategies implemented in the trial, the "screening and care" strategy may be an effective way to prevent and reduce overweight and obesity among adolescents.[18] Each high school was assigned to receive or not the three strategies ("educational," "screening and care," and "environmental") according to a $2\times2\times2$ factorial cluster randomization. Data were collected at grades 10 (T0 = baseline), 11 (T1), and 12 (T2) entry. Every academic year, an information letter was given to parents by high schools. If parents did not want data about their children to be collected, they had to inform high schools through the school nurse by writing and signing a letter in which they indicated their refusal. Adolescents were also given written and oral information and had the right not to participate. The study protocol was previously published and fully described in detail elsewhere.[17] The PRALIMAP trial was approved by the French National Commission for Computing and Liberties [CNIL] (no. 906312) and was registered at ClinicalTrials.gov (no. NCT00814554).

Among the 5354 adolescents included in the PRALIMAP trial, 3504 (65.4%) completed the 2-year intervention and made up our study sample.

Measurements

Anthropometric data. Weight and height were measured twice in a single session by high school nurses. The body mass index (BMI) was calculated as weight/height^2 from the mean of two measurements. Because BMI differs between boys and girls and is expected to increase with age during adolescence, we used an indicator that does not depend on age and sex; the BMI *z*-score. BMI *z*-score represents an age- and sex-specific BMI, according to the World Health Organization reference and allows direct comparison of BMI changes between boys and girls of different ages.[19] BMI *z*-score was calculated by measuring the distance (in standard deviations) between the measured BMI and the mean BMI of a World Health Organization reference population[19] and was considered as continuous variable in the statistical analysis. Age- and sex-specific cutoff values of the International Obesity Taskforce were used to define overweight and obesity.[20] The BMI *z*-score was the primary outcome and overweight and obesity prevalence was the secondary outcome.

Sociodemographic data. Sociodemographic data were collected once at T0. Data on age, sex, administrative area of high school (Meurthe-et-Moselle, Moselle, Meuse and Vosges), school boarding status (nonboarder, half-boarder, or full boarder), family composition (two- or single-parent), school type (general and technological or professional), social and professional class of the family head according to the definition of the national institute of statistical and economic studies in France (executives; intermediate jobs; farmers, shopkeepers, craftsmen and managers; employees and workers; inactive [retired or unemployed]),[21] and schooling placement (classical or advanced [≤15 years] or

Downloaded by 84.100.200.102 from www.liebertpub.com at 04/22/20. For personal use only.

late [>15 years]) were obtained from the Board of Education database. Perceived family income level (low, moderate, or high) and type of residence (rural or urban) were additional sociodemographic data collected by self-administered questionnaires completed by adolescents at T0.

From these data, the "indice de position sociale des élèves" (IPSE) was derived to measure adolescents' SES. Because of its multidimensional nature, SES involves the use of several sociodemographic characteristics to measure it. Moreover, adolescents' SES depends on sociodemographic characteristics of both parents.[22] It is therefore necessary to use an indicator that summarizes these characteristics to measure adolescents' SES, such as the IPSE. The IPSE is a quantitative index developed by the statistical entity of the French Ministry of Education.[23] The methodology used to develop IPSE is similar to that used by Ganzeboom to build the standard international socioeconomic index of occupational status.[24] It consists in summarizing sociodemographic characteristics that define both parents' occupations (according to the definition of the national institute of statistical and economic studies in France[21]) into a reference value. To compute reference values, authors analyzed parents' sociodemographic characteristics (educational level, material conditions, cultural capital, and cultural practices) of 29,544 French children in grade 6 through multiple component analyses. We applied these reference values to parents' occupations available in our database for defining adolescents' SES.

Reference values range from 40 (lowest SES) to 179 (highest SES) and was rescaled from 1 (lowest SES) to 10 (highest SES) for this study. To have a sufficient number of adolescents in each SES group, the IPSE was categorized into five classes to investigate the WSG: [1–2] highly less advantaged; [3–4] less advantaged; [5–6] intermediate; [7–8] advantaged; and [9–10] highly advantaged.

Statistical Analysis

Descriptive statistics were used to report baseline IPSE classes, sociodemographic and anthropometric characteristics of included adolescents. Continuous variables are described as mean ± standard deviation and categorical variables as number (%).

First, we examined baseline WSG as a linear association between SES (IPSE classes) and weight status outcomes (BMI *z*-score and overweight and obesity prevalence) using unadjusted linear regression models. In these analyses, IPSE was considered as a discrete variable to obtain the *p*-value and the slope (beta) of linear trend test. The significance of the linear trend test evidenced the presence of a WSG and the slope (beta) indicated its magnitude. WSG was the slope (beta) of IPSE plotted against weight status.

Second, we analyzed the impact of the PRALIMAP universal intervention on WSG among adolescents. Changes in weight status outcomes (T2–T0) were calculated for each IPSE class by using paired Student's *t*-test for BMI *z*-score, and McNemar's test for overweight and obesity prevalence. Then we compared WSG changes between IPSE classes by hierarchical models that included within-adolescents and within-high-school variance. IPSE was declared as a discrete variable and models were adjusted for age and sex.

Third, we carried out the same analyses as previously among adolescents who received or not "screening and care," "environmental," and "educational" strategies (available in Supplementary Tables S1 and S2). Given the $2 \times 2 \times 2$ factorial design of the PRALIMAP trial (adolescents could benefit from several strategies), the effect of each strategy was adjusted for the other strategies in addition to age and sex.[25]

To complement the results and to contribute to their understanding, we computed Supplementary analyses for BMI (available in Supplementary Tables S3 and S4).

A value of $p < 0.05$ was considered statistically significant. Statistical analyses involved use of SAS v9.4 (SAS Institute, Inc., Cary, NC).

Results

Sociodemographic and Weight Status Characteristics of Adolescents

Table 1 describes the sociodemographic and weight status characteristics of the 3504 adolescents. The mean (±standard deviation) age was 15.2 (±0.6 years) and 2022 (57.7%) of the adolescents were girls. Overall, 85.1% of adolescents attended general and technological high schools, 73.2% were in classical or advanced placement at school, and 69.4% were half-boarders. Approximately half (48.2%) lived in urban areas, 84.7% were in two-parent families, 58.6% perceived a high family income level and the family heads were predominantly employees or workers (39.4%). IPSE classes consisted of highly less advantaged ($n = 520$, 14.8% of adolescents), less advantaged ($n = 956$, 27.3%), intermediate ($n = 1027$, 29.3%), advantaged ($n = 683$, 19.5%), and highly advantaged ($n = 318$, 9.1%). The BMI *z*-score was 0.23 ± 1.0 and 18.2% of adolescents were overweight or obese.

Baseline WSG

Baseline unadjusted linear associations between SES (IPSE classes) and weight status outcomes (BMI *z*-score and overweight and obesity prevalence) are given in Table 2. For the entire sample, we evidenced significant baseline WSG. BMI *z*-score linearly decreased with increasing SES ($\beta = -0.06$, $p < 0.0001$). Overall, significant linear associations were also identified between SES and overweight and obesity prevalence ($\beta = -2.86$, $p < 0.0001$). Similar results were found whatever the interventional strategy adolescents benefited from (Supplementary Tables S1 and S2).

Impact of Universal Intervention on WSG

The graphical representation of age- and sex-adjusted WSG for BMI *z*-score and overweight and obesity prevalence at T0 and T2 is given in Figure 1.

Downloaded by 84.100.200.102 from www.liebertpub.com at 04/22/20. For personal use only.

Downloaded by 84.100.200.102 from www.liebertpub.com at 04/22/20. For personal use only.

Table 1. Baseline Sociodemographic and Weight Status Characteristics of Adolescents ($n = 3504$)

Characteristics	Number of adolescents	
	n	%
Sociodemographic		
Age (years), mean ± SD	3504	15.2 ± 0.6
Sex		
Boys	1482	42.3
Girls	2022	57.7
School type		
General and technological	2981	85.1
Professional	523	14.9
Administrative area of high school		
Meurthe-et-Moselle	1090	31.1
Moselle	1313	37.5
Meuse and Vosges	1101	31.4
School placement		
Classical or advanced (≤15 years)	2566	73.2
Late (>15 years)	938	26.8
School boarding status		
Nonboarder	729	20.8
Half-boarder	2432	69.4
Full-boarder	332	9.5
Missing	11	0.3
Family composition		
Two-parent	2968	84.7
Single-parent	509	14.5
Missing	27	0.8
Residence		
Rural	1677	47.9
Urban	1690	48.2
Missing	137	3.9
Perceived family income level		
Low or average	1308	37.3
High	2054	58.6
Missing	142	4.0
Social and professional class of the family		
Executives	694	19.8
Intermediate jobs	950	27.1
Farmers, shopkeepers, craftsmen, managers	253	7.2

continued

Table 1. Baseline Sociodemographic and Weight Status Characteristics of Adolescents ($n = 3504$) *continued*

Characteristics	Number of adolescents	
	n	%
Employees and workers	1382	39.4
Inactive (retired, unemployed)	198	5.7
Missing	27	0.8
IPSE classes		
Highly less advantaged	520	14.8
Less advantaged	956	27.3
Intermediate	1027	29.3
Advantaged	683	19.5
Highly advantaged	318	9.1
Weight status		
BMI *z*-score, mean ± SD	3504	0.23 ± 1.0
Overweight and obesity prevalence		
Yes	637	18.2
No	2867	81.8

Data are given as *n* (%) unless otherwise indicated.

BMI, body mass index; IPSE, indice de position sociale des élèves; SD, standard deviation.

Table 3 shows the evolution of WSG for BMI *z*-score from T0 to T2. For all adolescents, between T0 and T2, the BMI *z*-score significantly decreased (range, −0.07 to −0.03) in each IPSE class. The WSG did not significantly change during the intervention ($\beta = -0.01$; 95% confidence interval [−0.02 to 0.01], $p = 0.48$). Compared with adolescents from highly advantaged class, those from other IPSE classes showed no significant change in BMI *z*-score. On subgroup analysis, similar results were observed, whether adolescents benefited from the "screening and care," "environmental," and "educational" strategies or not (Supplementary Table S1). We found a significant change in BMI *z*-score for each IPSE class between T0 and T2 without a significant reduction in WSG.

The evolution of WSG for overweight and obesity prevalence from T0 to T2 is given in Table 4. Except for adolescents from intermediate class, the prevalence of overweight and obesity did not significantly decrease from T0 to T2. After the intervention, there was no significant change in the WSG ($\beta = -0.01$ [−0.07 to 0.05], $p = 0.73$). Whatever the interventional strategy adolescents received, analogous results were found (Supplementary Table S2). We found no significant decrease in overweight and obesity prevalence for each IPSE class and no significant reduction in WSG from T0 to T2.

Table 2. Baseline Association between Socioeconomic Status and Body Mass Index z-Score and Overweight/Obesity Prevalence for the Whole Sample ($n = 3504$)

SES	BMI z-score Mean (SD)	Overweight/ obesity prevalence %
Highly less advantaged ($n = 520$)	0.30 (1.1)	22.50
Less advantaged ($n = 956$)	0.31 (1.0)	20.19
Intermediate ($n = 1027$)	0.24 (1.0)	18.50
Advantaged ($n = 683$)	0.14 (1.0)	15.96
Highly advantaged ($n = 318$)	0.07 (0.8)	8.81
Test for linear trend[a]	**$\beta = -0.06$; $p < 0.0001$**	**$\beta = -2.86$; $p < 0.0001$**

SES defined according to IPSE score ([1–2] highly less advantaged, [3–4] less advantaged, [5–6] intermediate, [7–8] advantaged, and [9–10] highly advantaged). Bold indicates statistical significance.

[a]IPSE used as discrete variable. The significance (p) of the linear trend test evidenced the presence of a WSG and the slope (β) indicated its magnitude.

SES, socioeconomic status; WSG, weight social gradient.

Supplementary Figure S1 and Supplementary Tables S3 and S4 present results for BMI.

Discussion

This study highlights that the effectiveness of the PRALIMAP universal intervention to reduce overweight and obesity among adolescents in a high school setting over a 2-year period did not differ by SES. It showed a WSG among adolescents at T0 and T2: the lower the SES, the higher the BMI z-score and overweight and obesity prevalence. Adolescents from higher socioeconomic groups were more likely to have lower BMI z-score and overweight and obesity prevalence than adolescents from lower socioeconomic groups. However, the PRALIMAP universal intervention did not significantly reduce the WSG among adolescents.

This study identified a baseline WSG among adolescents. Ours results are consistent with the literature.[26,27] Goodman et al.[26] highlighted a highly significant linear increase in relative risk of adolescent obesity with SES. In a systematic review from 1990 to 2013, the authors reported evidence of associations between SES and adolescent weight status.[27] They observed an inverse relation between weight status and SES for children or adolescents in 60.4% of the 158 included studies. In addition, this proportion increased to 66% for studies that used International Obesity Taskforce cutoff values.

Unlike for BMI z-score, we did not find a significant decrease in prevalence of overweight and obesity in each socioeconomic group during the intervention. This observation may be because of a lack of statistical power. Indeed, we found a significant decrease in prevalence of overweight and obesity only among adolescents from intermediate socioeconomic group, the most represented in our study. In addition, results of the PRALIMAP trial showed a significant decrease of 1.38% in overweight and obesity prevalence among all adolescents.[18] However, the PRALIMAP study was not originally powered to show a decrease in overweight and obesity prevalence from T0 to T2 in each socioeconomic group.[17]

During the intervention, no significant changes occurred in the WSG. This finding is consistent with results from a systematic review by Moore et al.[14] The authors stressed that, in most universal school-based interventions, socioeconomic inequalities are rarely considered part of the problem to address. Thus, the assessment of the impact of these interventions on socioeconomic inequalities in health often does not reach significance, which may be the case in our study because the PRALIMAP trial was not originally powered to detect a differential impact of the intervention between socioeconomic groups. Indeed, from a sample size of 3504 adolescents, an alpha risk of 5% and a power of 80%, we would have evidenced a reduction of 0.023 in WSG from T0 to T2 for BMI z-score. Our findings are also congruent with Bambra et al.[16] who found no significant WSG changes in a meta-analysis of 11 universal interventions that might reduce existing inequalities in the prevalence of obesity among young people. Another explanation of our result could be that the PRALIMAP universal intervention was equally uptaken by adolescents, whatever their SES. As a result, there was neither a reduction nor an increase in the WSG. In their systematic review, Hillier-Brown et al.[28] concluded that universal interventions have the potential to slow the widening of the WSG. The authors identified a 4-year school-based multicomponent education and exercise universal intervention conducted in France and aimed at preventing overweight among adolescents.[29] At 4 years, adolescents who received the intervention exhibited a lower increase in BMI ($p = 0.01$) and age- and sex-adjusted BMI ($p < 0.02$) than adolescents in the control group, with no differential effects by SES.

On subgroup analyses, we did not evidence the effectiveness of the "screening and care," "educational," and "environmental" strategy to reduce the WSG (Supplementary Tables S1, S2, S4). Thus, the lack of evidence of effectiveness of such strategies to reduce the WSG may not be related to their design but rather to the universal principle of the PRALIMAP intervention itself. These different points led us to suggest that social differences should be accounted for in interventions aimed at addressing socioeconomic inequalities in weight status. Specifically and according to Marmot,[30] interventions should be universal and proportionate (*i.e.*, with a scale and intensity that is proportionate of the level of disadvantage). For example, Legrand et al.[31] conducted a universal and proportionate

Downloaded by 84.100.200.102 from www.liebertpub.com at 04/22/20. For personal use only.

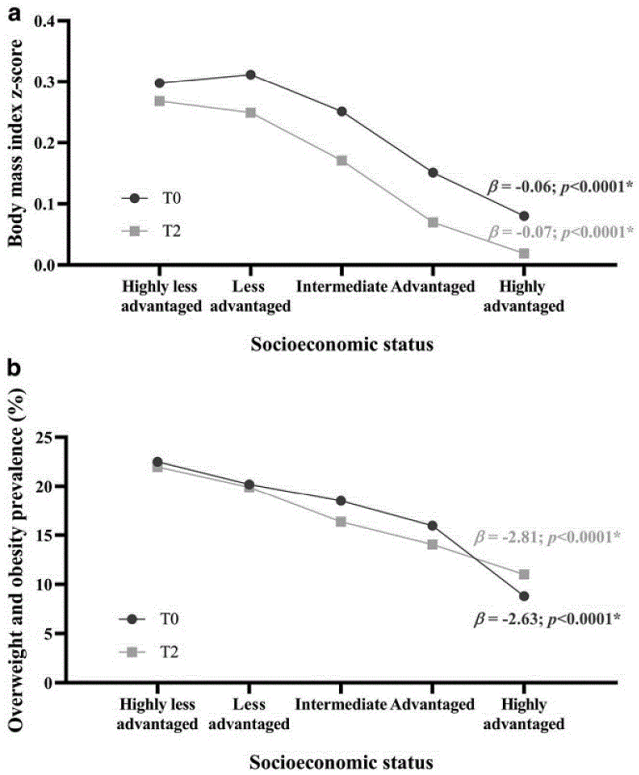


Figure 1. Weight social gradient for (a) body mass index *z*-score and (b) overweight and obesity prevalence at baseline (T0) and end of the intervention (T2) for the whole sample. SES was defined according to IPSE value ([1–2] highly less advantaged, [3–4] less advantaged, [5–6] intermediate, [7–8] advantaged, and [9–10] highly advantaged). T0, inclusion; T2, end of intervention. *Regression coefficient and corresponding *p*-value of age- and sex-adjusted linear trend test between SES and weight status outcomes at T0 and T2. IPSE, indice de position sociale des élèves; SES, socioeconomic status.

Downloaded by 84.100.200.102 from www.liebertpub.com at 04/22/20. For personal use only.

intervention to reduce WSG among adolescents. Specifically, a standard-care management was proposed for all adolescents, whereas a strengthened-care management was proposed for only adolescents from low socioeconomic group. The standard-care management included five 2-hour group sessions on physical activity and diet, and the strengthened-care management consisted of adapted activities for overcoming barriers that are supposed to contribute to WSG.

Study Limitations and Strengths

This study has some limitations. First, the PRALIMAP trial was not originally powered to analyze the impact of the intervention on WSG. However, this study followed Whitehead's recommendations[15] for evaluating all interventions aimed at promoting health for their differential impact on socioeconomic groups, and our results could contribute to the development of new overweight/obesity prevention policies. Second, adolescents' SES was measured with the IPSE, an index that is not widely used but allows for taking several dimensions (social, economic, and cultural) of the SES into account. Moreover, there is no perfect indicator to measure SES. Indeed, the latter is frequently measured with three noninterchangeable objective indicators (education, occupation, and income) in research. However, education, occupation, and income capture distinct dimensions of SES[22] that are differentially associated with outcomes, and their use to study the same phenomena may yield different conclusions.[32] For example, an inverse relation was observed between SES and weight status in 37.5% of studies that used family income, in 65.8% studies that used the father's and/or mother's education, and in 41.7% that used the father's and/or mother's occupation.[27] Furthermore, parental education, occupation, and income are not considered the most relevant indicators to measure adolescents' SES.[33] In addition,

Table 3. Two-Year Change of the Association between Socioeconomic Status and Body Mass Index z-Score for the Whole Sample ($n = 3504$)

SES	BMI z-score			
	T2–T0 Mean (SD)	Mixed model		
		β^d	95% CI	p^d
Highly less advantaged ($n = 520$)	**−0.03 (0.4)[b]**	0.01	−0.05 to 0.07	0.71
Less advantaged ($n = 956$)	**−0.06 (0.4)[b]**	−0.02	−0.07 to 0.04	0.56
Intermediate ($n = 1027$)	**−0.07 (0.4)[b]**	−0.03	−0.08 to 0.03	0.33
Advantaged ($n = 683$)	**−0.07 (0.4)[b]**	−0.02	−0.08 to 0.03	0.43
Highly advantaged ($n = 318$)	**−0.05 (0.4)[c]**		Ref.	
Test for linear trend[a]	$\beta = -0.01$; $p = 0.17$	$\beta = -0.00$	−0.02 to 0.01	$p = 0.48$

SES defined according to IPSE score ([1–2] highly less advantaged, [3–4] less advantaged, [5–6] intermediate, [7–8] advantaged, and [9–10] highly advantaged); T0, inclusion; T2, end of intervention. Bold indicates statistical significance.

[a]IPSE used as discrete variable in each model. The significance (p) of the linear trend test evidenced the presence of a WSG and the slope (β) indicated its magnitude.

[b]$p < 0.0001$.

[c]$p < 0.05$.

[d]IPSE used as categorical variable. β regression coefficient and associated p-value of the mixed model indicated the BMI change of adolescents from highly less advantaged, less advantaged, intermediate, and advantaged IPSE classes compared with those from highly advantaged IPSE class.

95% CI, 95% confidence interval.

Table 4. Two-Year Change of the Association between Socioeconomic Status and Overweight/Obesity Prevalence for the Whole Sample ($n = 3504$)

SES	Overweight/obesity prevalence			
	T2–T0 %	Mixed model		
		β^d	95% CI	p^d
Highly less advantaged ($n = 520$)	−0.53	−0.26	−0.59 to 0.08	0.13
Less advantaged ($n = 956$)	−0.29	−0.25	−0.57 to 0.06	0.11
Intermediate ($n = 1027$)	**−2.14[c]**	**−0.40**	**−0.72** to **−0.08**	**0.01[b]**
Advantaged ($n = 683$)	−1.90	**−0.40**	**−0.73** to **−0.07**	**0.02[b]**
Highly advantaged ($n = 318$)	2.20		Ref.	
Test for linear trend[a]	$\beta = 0.02$; $p = 0.97$	$\beta = -0.01$	−0.07 to 0.05	$p = 0.73$

SES defined according to IPSE score ([1–2] highly less advantaged, [3–4] less advantaged, [5–6] intermediate, [7–8] advantaged, and [9–10] highly advantaged); T0, inclusion; T2, end of intervention. Bold indicates statistical signficance.

[a]IPSE used as discrete variable in each model. The significance (p) of the linear trend test evidenced the presence of a WSG and the slope (β) indicated its magnitude.

[b]$p < 0.001$.

[c]$p < 0.05$.

[d]IPSE used as categorical variable. β regression coefficient and associated p-value of the mixed model indicated the BMI change of adolescents from highly less advantaged, less advantaged, intermediate, and advantaged IPSE classes compared with those from highly advantaged IPSE class.

Downloaded by 84.100.200.102 from www.liebertpub.com at 04/22/20. For personal use only.

the methodology used to create the IPSE is similar to the construction of the standard international socioeconomic index of occupational status, which is a widely used index.[24] Finally, because the classification of the IPSE scores into five relevant classes was not performed before our study, there was no existing literature to justify how social classes should be created from IPSE. However, the method used was based on previously published works on the subject of social inequalities in health that used an *a priori* classification of SSE indicators close to IPSE (*e.g.*: the Family Affluence Scale).[22,31] Despite these limitations, our study has several strengths. First, our results are derived from data of a trial with a long follow-up and a large sample size. Second, analyses were conducted for the whole sample and by strategies.

Conclusions

This 2-year follow-up study could not provide evidence that a universal school-based intervention was an effective way to reduce socioeconomic inequalities in weight status among adolescents. These results suggest that interventions with a different approach to this study should be considered to tackle these inequalities. Specifically, interventions should have a universal and proportionate approach that accounts for social differences.

Acknowledgments

In the name of the PRALIMAP trial group, the authors thank all those who, through their various roles, led to the implementation of this project. The PRALIMAP Trial Group: N. Agrinier, N. Angel, R. Ancellin, E. Aptel, F. Bailly, L. Barthelemy, D. Bezaz, E. Bonsergent, S. Briançon, J. F. Collin, R. De Lavenne, E. Dietz, P. Enrietto, E. Favre, M. Gentieu, E. Gouault, M. Helfenstein, S. Hercberg, F. Kurtz, J. Langlois, P. Laure, E. Lecomte, K. Legrand, E. Lecomte, J. Lighezzolo, P. Marx, A. Y. Omorou, A. Osbery, M. O. Piquee, P. Renaudin, G. Robert, A. Schichtel, S. Tessier, A. Vuillemin, E. Villemin, and M. Wuillaume.

Funding Information

This research did not receive any specific funding from agencies/institutions in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Author Disclosure Statement

No competing financial interests exist.

Supplementary Material

Supplementary Figure S1
Supplementary Table S1
Supplementary Table S2
Supplementary Table S3
Supplementary Table S4

Downloaded by 84.100.200.102 from www.liebertpub.com at 04/22/20. For personal use only.

References

1. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 2014;384:766–781.
2. Verdot C, Torres M, Salanave B, Deschamps V. Corpulence of children and adults in metropolitan France in 2015. Results of the Esteban study and change since 2006. *Bull Epidémiol Hebd* 2017; 13:234–241.
3. Gurnani M, Birken C, Hamilton J. Childhood obesity: Causes, consequences, and management. *Pediatr Clin North Am* 2015;62: 821–840.
4. Singh AS, Mulder C, Twisk JWR, et al. Tracking of childhood overweight into adulthood: A systematic review of the literature. *Obes Rev* 2008;9:474–488.
5. Sawyer SM, Afifi RA, Bearinger LH, et al. Adolescence: A foundation for future health. *Lancet Lond Engl* 2012;379:1630–1640.
6. Dinsa GD, Goryakin Y, Fumagalli E, Suhrcke M. Obesity and socioeconomic status in developing countries: A systematic review. *Obes Rev* 2012;13:1067.
7. Devaux M, Sassi F. Social inequalities in obesity and overweight in 11 OECD countries. *Eur J Public Health* 2013;23:464–469.
8. Whitehead M, Dahlgren G. Concepts and principles for tackling social inequities in health: Levelling Up Part 1. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. 2007;1–45.
9. Drewnowski A. Obesity, diets, and social inequalities. *Nutr Rev* 2009;67:S36–S39.
10. Frederick CB, Snellman K, Putnam RD. Increasing socioeconomic disparities in adolescent obesity. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2014; 111:1338–1342.
11. Inchley J, Currie D, Jewell J, et al. *Adolescent Obesity and Related Behaviours: Trends and Inequalities in the WHO European Region, 2002–2014. Observations from the Health Behaviour in School-Aged Children (HBSC) WHO Collaborative Cross-National Study.* WHO Regional Office for Europe: Copenhagen, 2017.
12. Chung A, Backholer K, Wong E, et al. Trends in child and adolescent obesity prevalence in economically advanced countries according to socioeconomic position: A systematic review. *Obes Rev* 2016;17:276–295.
13. Haynos A, O'Donohue W. Universal childhood and adolescent obesity prevention programs: Review and critical analysis. *Clin Psychol Rev* 2012;32:383–399.
14. Moore GF, Littlecott HJ, Turley R, et al. Socioeconomic gradients in the effects of universal school-based health behaviour interventions: A systematic review of intervention studies. *BMC Public Health* 2015;15:907.
15. Whitehead M. A typology of actions to tackle social inequalities in health. *J Epidemiol Community Health* 2007;61:473–478.
16. Bambra CL, Hillier FC, Cairns J-M, et al. *How Effective Are Interventions at Reducing Socioeconomic Inequalities in Obesity among Children and Adults? Two Systematic Reviews*. NIHR Journals Library: Southampton, UK, 2015. DOI:10.3310/phr03010.
17. Briançon S, Bonsergent E, Agrinier N, et al. PRALIMAP: Study protocol for a high school-based, factorial cluster randomised interventional trial of three overweight and obesity prevention strategies. *Trials* 2010;11:119.
18. Bonsergent E, Agrinier N, Thilly N, et al. Overweight and obesity prevention for adolescents: A cluster randomized controlled trial in a school setting. *Am J Prev Med* 2013;44:30–39.

19. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, et al. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ* 2007;85:660–667.
20. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: International survey. *BMJ* 2000;320:1240–1243.
21. Insee—Definitions, methods, and quality—PCS 2003—Level 1—List of aggregated socio-professional categories. Available at https://www.insee.fr/fr/information/2016811 (Last accessed May 23, 2018).
22. Akkoyun-Farinez J, Omorou AY, Langlois J, et al. Measuring adolescents' weight socioeconomic gradient using parental socioeconomic position. *Eur J Public Health* 2018;28:1097–1102.
23. Rocher T. Construction of a social position index for students. *Educ Form* 2016;90:5–27.
24. Ganzeboom HBG, De Graaf PM, Treiman DJ. A standard international socio-economic index of occupational status. *Soc Sci Res* 1992;21:1–56.
25. Montgomery AA, Peters TJ, Little P. Design, analysis and presentation of factorial randomised controlled trials. *BMC Med Res Methodol* 2003;3:26.
26. Goodman E, Slap GB, Huang B. The public health impact of socioeconomic status on adolescent depression and obesity. *Am J Public Health* 2003;93:1844–1850.
27. Barriuso L, Miqueleiz E, Albaladejo R, et al. Socioeconomic position and childhood-adolescent weight status in rich countries: A systematic review, 1990–2013. *BMC Pediatr* 2015;15:129.
28. Hillier-Brown FC, Bambra CL, Cairns J-M, et al. A systematic review of the effectiveness of individual, community and societal level interventions at reducing socioeconomic inequalities in obesity amongst children. *BMC Public Health* 2014;14:834.
29. Simon C, Schweitzer B, Oujaa M, et al. Successful overweight prevention in adolescents by increasing physical activity: A 4-year randomized controlled intervention. *Int J Obes* 2008;32:1489.
30. Marmot M. *Fair Society, Healthy Lives: A Strategic Review of Health Inequalities in England Post-2010.* London: Marmot Review; 2010. Available at www.instituteofhealthequity.org/resources-reports/fair-society-healthy-lives-the-marmot-review (Last accessed February 6, 2019).
31. Legrand K, Lecomte E, Langlois J, et al. Reducing social inequalities in access to overweight and obesity care management for adolescents: The PRALIMAP-INÈS trial protocol and inclusion data analysis. *Contemp Clin Trials Commun* 2017;7:141–157.
32. Diemer MA, Mistry RS, Wadsworth ME, et al. Best practices in conceptualizing and measuring social class in psychological research. *Anal Soc Issues Public Policy* 2013;13:77–113.
33. Koivusilta L, Rimpelä A, Kautiainen S. Health inequality in adolescence. Does stratification occur by familial social background, family affluence, or personal social position? *BMC Public Health* 2006;6:110.

Address correspondence to:
Florian Manneville, MPH
APEMAC, Team MICS
University of Lorraine
9 avenue de la Forêt de Haye
Vandoeuvre-lès-Nancy
Nancy 54505
France

E-mail: florian.manneville@univ-lorraine.fr

Downloaded by 84.100.200.102 from www.liebertpub.com at 04/22/20. For personal use only.

3.2.2. Divergences entre l'évolution de la satisfaction corporelle et l'évolution de la corpulence chez les adolescents : caractéristiques sociodémographiques associées

3.2.2.1. Contexte

Le maintien à long terme des comportements développés au cours d'interventions de prévention du surpoids et de l'obésité reste problématique. Une adéquation entre l'évolution de la satisfaction corporelle (i.e. le fait de bien se sentir dans son corps et d'en être satisfait ou non) et l'évolution de la corpulence pourrait être une condition importante du maintien (e.g. une augmentation de la satisfaction corporelle et une diminution de la corpulence). Néanmoins ces évolutions peuvent être divergentes (e.g. une diminution de la satisfaction corporelle et diminution de la corpulence) et pourraient diminuer le maintien des comportements. L'objectif de cette étude était de décrire les divergences entre l'évolution de la satisfaction corporelle et l'évolution de la corpulence chez des adolescents qui ont participé à une intervention de prévention du surpoids et de l'obésité pendant deux ans, et d'identifier les facteurs sociodémographiques associés.

3.2.2.2. Méthodes

Les données longitudinales d'adolescents ayant participé à l'essai de prévention PRALIMAP ont été utilisées. L'évolution de la corpulence était déterminée par la différence du Z-score de l'indice de masse corporelle entre le début (T0) et la fin de l'intervention (T2). L'évolution de la satisfaction corporelle était recueillie par auto-questionnaire à T2. Cette question était « Comparé au début de PRALIMAP, comment vous sentez-vous par rapport à votre poids actuel ? ». Les adolescents avaient le choix entre huit modalités de réponses qui ont été regroupées en quatre (mieux, pareil, moins bien, ne sait pas). Des tableaux de contingences ont été réalisés pour décrire les divergences entre l'évolution de l'image corporelle et l'évolution de la corpulence, et le coefficient Kappa pondéré de Cohen a été calculé pour mesurer le degré de

concordance. Des modèles de régression logistique bivarié et multivarié ont permis d'identifier les caractéristiques sociodémographiques associées aux divergences.

3.2.2.3. Résultats

Parmi les 3279 adolescents inclus (âge moyen : 15,2 ans), la fréquence de la divergence était importante et retrouvée chez trois quarts de ces derniers. Les adolescents avaient plus tendance à être pessimistes (41,6%) qu'optimistes (33,2%) quant à l'évolution de la satisfaction corporelle par rapport à l'évolution réelle de la corpulence. Le coefficient Kappa pondéré de Cohen indiquait une faible concordance. Les analyses bivariées révélaient une tendance plus importante des garçons et des adolescents de SSE élevés à être divergents, spécifiquement à être pessimistes. Ces résultats été confirmés de manière significative par les analyses multivariées.

En conclusion, ce travail suggère que l'évolution de la satisfaction corporelle des adolescents pourrait être prise en compte dans les interventions de promotion de la santé au même titre que l'évolution de la corpulence, et pourrait potentiellement être utilisée comme un indicateur de maintien des comportements à long terme. Une attention spécifique devrait être accordée aux garçons et adolescents de SSE plus élevés qui pourraient avoir moins tendance à maintenir les comportements que les filles et les adolescents de SSE plus faibles, et donc potentiellement conduire à des inégalités.

3.2.2.4. Article

Ce travail a été soumis dans une revue internationale avec comité de lecture :

Manneville F, Omorou AY, Legrand K, Lecomte E, Rydberg JA, Briançon S, Guillemin F. **Sociodemographic factors associated with discrepancy between body satisfaction and weight change among adolescents**. *European Journal of Public Health*. [soumis]

OXFORD UNIVERSITY PRESS | European Journal of Public Health

Sociodemographic factors associated with discrepancy between body satisfaction and weight change among adolescents

Journal:	*European Journal of Public Health*
Manuscript ID	Draft
Manuscript Type:	Original Manuscript
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	Manneville, Florian; University of Lorraine, EA 4360 APEMAC Omorou, Abdou; University of Lorraine, EA 4360 APEMAC; CHRU de Nancy, Inserm CIC-1433 Clinical Epidemiology Legrand, Karine; University of Lorraine, EA 4360 APEMAC; CHRU de Nancy, Inserm CIC-1433 Clinical Epidemiology Lecomte, Edith; National Conservatory of Arts and Crafts Rydberg, Jenny; University of Lorraine, EA 4360 APEMAC Briançon, Serge; University of Lorraine, EA 4360 APEMAC Guillemin, Francis; University of Lorraine, EA 4360 APEMAC; CHRU de Nancy, Inserm CIC-1433 Clinical Epidemiology
Keywords:	discrepancy, body satisfaction change, weight change, adolescent

SCHOLARONE™
Manuscripts

Title: Sociodemographic factors associated with discrepancy between body satisfaction and weight change among adolescents

Florian Manneville, MPH[a]; Abdou Y. Omorou, MD, PhD[a,b]; Karine Legrand, PhD[a,b]; Edith Lecomte, PhD[c]; Jenny Ann Rydberg, MPsych[a]; Serge Briançon, MD, PhD[a]; Francis Guillemin, MD, PhD[a,b]; and the PRALIMAP Trial Group*

[a] Université de Lorraine, APEMAC, Nancy, F-54000, France.

[b] CHRU Nancy, Inserm, Université de Lorraine, CIC, Clinical Epidemiology, Nancy, F-54000, France.

[c] National Conservatory of Arts and Crafts (CNAM), Nancy, France.

* the PRALIMAP Trial Group: N. Agrinier, N. Angel, R. Ancellin, E. Aptel, F. Bailly, L. Barthelemy, D. Bezaz, E. Bonsergent, S. Briançon, J. F. Collin, R. De Lavenne, E. Dietz, P. Enrietto, E. Favre, M. Gentieu, E. Gouault, M. Helfenstein, S. Hercberg, F. Kurtz, J. Langlois, P. Laure, E. Lecomte, K. Legrand, E. Lecomte, J. Lighezzolo, P. Marx, A. Y. Omorou, A. Osbery, M. O. Piquee, P. Renaudin, G. Robert, A. Schichtel, S. Tessier, A. Vuillemin, E. Villemin, and M. Wuillaume

Corresponding author:

Mr. Florian Manneville

Université de Lorraine, Faculté de Médecine - EA 4360 APEMAC

9 avenue de la Forêt de Haye, 54505 Vandoeuvre-lès-Nancy, France

Email: florian.manneville@univ-lorraine.fr

Telephone number: + 33 (0) 3 72 74 61 99

For Review Only

ABSTRACT

Background Several behavioral interventions are effective to prevent overweight and obesity among adolescents. Following such interventions, body satisfaction change could be discrepant with weight change (e.g. less body satisfaction while having lost weight), and decrease long-term sustainability of behaviors. This study aimed to describe discrepancy between body satisfaction change and weight change among adolescents following a 2-year school-based intervention, and to identify associated sociodemographic factors.

Methods Adolescents from the 2-year school-based PRALIMAP study conducted in France from 2006 to 2009 were included. Body satisfaction change was assessed using a self-administered questionnaire. Weight change was measured by the difference between the body mass index z-score at the end and at the beginning of the study. Discrepancy between body satisfaction change and weight change was described with cross-tabulations. Sociodemographic factors associated with discrepancy were determined by multivariate logistic regression models.

Results Among the 3279 adolescents included (mean ± SD age= 15.1±0.6 years), the proportion of discrepancy was 74.8% (pessimism= 41.6%; optimism= 33.2%). The likelihood of discrepancy, especially pessimism, was higher in boys than in girls (OR= 1.44, 95% CI [1.19; 1.74], p= .0002), and in socially advantaged adolescents (OR= 1.82; 95% CI [1.20; 2.74], p= .004) than in disadvantage ones.

Conclusion Discrepancy between body satisfaction change and weight change was high among school-aged adolescents with increased likelihood for boys and adolescents with high socioeconomic status. Body satisfaction change should be considered in overweight and obesity prevention interventions alongside body weight change, and could be used as an indicator of long-term behavior maintenance.

For Review Only

Keywords: discrepancy; body satisfaction change; weight change; adolescent

INTRODUCTION

Overweight and obesity prevalence among adolescents has become a major public health concern owing to its rapid increase during the last three decades. The worldwide prevalence of overweight and obesity increased by 47.1% among youth (1) and in France, about 17% of adolescents are estimated to have overweight or obesity (2). Moreover, adolescents who have obesity are more likely to still have obesity in adulthood and to be at risk of several diseases (3). Numerous studies highlighted deleterious effects of obesity on health, such as type 2 diabetes, hypertension, cardiovascular diseases and cancers (4,5).

Main causes of overweight and obesity can be attributed to behaviors (6). Promoting healthy behaviors, such as a healthy diet and regular physical activity, are known to facilitate the prevention of excess weight gain among adolescents (7,8). With that in mind, many interventions aimed at promoting healthy behaviors among adolescents have been implemented and their effectiveness evidenced (7). In a meta-analysis, the authors identified 20 behavioral interventions among adolescents who have overweight or obesity and evidenced a significant lower mean body mass index (BMI) z-score change of 0.13 units in intervention groups compared to control groups (7).

However, the long-term maintenance of healthy behaviors following interventions remains challenging (9). Often, healthy behaviors developed during interventions are not sustained by participants. To overcome this issue, Rothman stressed that behavioral maintenance should be based on participants' satisfaction with the outcomes they have obtained (10). Indeed, following an intervention, the weight loss could be as expected by participants and hence enhance their motivation to pursue behavioral changes. Besides weight change, motivation could be strengthened after a positive body image change. Body image is a multidimensional

For Review Only

concept and refers to a person's perceptions, thoughts and feelings about his or her body (11). This definition encompasses perceptual (body size estimation accuracy) and attitudinal body image. Attitudinal body image comprises cognitive, evaluative, affective and behavioral elements, and is related to body satisfaction (12,13). In this way, body satisfaction can be defined as a person's positive thoughts and feelings about his or her body (11). Thus, an adolescent who feels better about his or her body after a behavioral intervention might be more prone to sustain newly adopted behaviors.

We hypothesized that the likelihood that adolescents would sustain behaviors after an intervention might be all the more important if they both felt better about their body and lost weight. However, body satisfaction change and weight change may be discrepant. Specifically, adolescents may experience weight loss following an intervention, but not feel better about their body, or they may not lose weight, but experience an increased body acceptance. Consequently, adolescents' motivation to sustain behaviors may be modified based on the discrepancy between body satisfaction change and weight change. Therefore, this study aimed to describe the discrepancy between body satisfaction change and weight change among adolescents following a 2-year school-based intervention, and to identify associated sociodemographic factors.

For Review Only

METHODS

The PRALIMAP trial

In the current study, we used data from the PRALIMAP ("Promotion de l'ALImentation et de l'Activité Physique") trial (14). This 2x2x2 factorial cluster randomized controlled trial aimed at evaluating the effectiveness of three health promotion strategies—educational, screening and care, environmental—to prevent and reduce overweight and obesity prevalence among school-aged adolescents. The PRALIMAP study was carried out from 2006 to 2009 (2

academics years) in 24 public high schools in northeastern France. Data were collected at grades 10 (T0=baseline), 11 and 12 (T2) entry. The study protocol was previously published and fully described in detail elsewhere (14). The PRALIMAP trial was approved by the French National Commission for Computing and Liberties [CNIL] (no. 906312) and was registered at ClinicalTrials.gov (no. NCT00814554). A total of 3,504 adolescents completed the PRALIMAP study. From this sample, adolescents without body satisfaction change data at T2 were excluded.

Measurements

Sociodemographic characteristics

Sociodemographic data were collected once at T0 in two different ways. Data on age, sex, administrative area of high school (Meurthe-et-Moselle, Moselle, Meuse, and Vosges), school boarding status (non-boarder, half-boarder, or full boarder), family composition (two- or single-parent), school type (general and technological, or professional), social and professional class of the head of the family (executives; intermediate jobs; farmers, shopkeepers, craftsmen and managers; employees and workers; inactive [retired or unemployed])(15), and schooling placement of adolescent (classical or advanced [≤15 years] or late [>15 years] – [in France, students enter grade 10 during the calendar year in which they reach the age of 15]) were obtained from the Board of Education database. Perceived family income level (low, moderate or high) and type of residence (rural or urban) were additional sociodemographic data collected by self-administered questionnaires completed by adolescents at T0.

From these data, the "indice de position sociale des élèves" (IPSE) was derived to measure adolescents' socioeconomic status (SES). The IPSE is a quantitative index developed by the statistical entity of the French Ministry of Education (16). It summarized sociodemographic

For Review Only

characteristics that define both parents' occupations into a reference value. Reference values were applied to parents' occupations in our database for defining adolescents' SES. The IPSE index range from 40 (lowest SES) to 179 (highest SES) and was rescaled from 1 (lowest SES) to 10 (highest SES) for the current study. Based on some publications, an a priori classification of the IPSE scores in 5 classes was performed: [1-2] "Highly less advantaged"; [3-4] "Less advantaged"; [5-6] "Intermediate"; [7-8] "Advantaged" and [9-10] "Highly advantaged" (17–19).

Weight change

Weight and height were measured twice in a single session by high school nurses at T0 and T2. The BMI was calculated as weight/height² from the mean of these 2 measurements. Since BMI differs between boys and girls and is expected to increase with age during adolescence, we used an indicator that does not depend on age and sex; the BMI z-score. The BMI z-score represents an age- and sex-specific BMI, according to the WHO reference, and allows direct comparison of BMI changes between boys and girls of different ages (20). BMI z-score was calculated by measuring the distance (in SDs) between the measured BMI and the mean BMI of a WHO reference population (20). Weight change was calculated by the difference between BMI z-score at T2 and T0. According to Love-Osborne et al. (21), "Weight loss", "Stable weight" and "Weight gain" were defined as BMI z-score differences <-0.05, ≥-0.5 and ≤ 0.5, and >0.5, respectively.

Body satisfaction change

Adolescents were asked to declare their body satisfaction change at T2 through the question: "Compared to how you were feeling at the start of the PRALIMAP study, how do you feel about your weight today?". Answers were chosen from "Very definitely not as good",

"Clearly not as good", "Not as good", "Just the same", "Better", "Clearly better", "Hugely better" and "Do not know".

Discrepancy between body satisfaction change and weight change

To match body satisfaction change with weight change, the categories "Very definitely not as good", "Clearly not as good" and "Not as good" were combined into "Worse"; the categories "Better", "Clearly better" and "Hugely better" were clustered into "Better". We defined that body satisfaction change was consistent with weight change when adolescents in the "Feeling worse", "Just the same" and "Feeling better" groups matched with the "Weight gain", "Stable weight" and "Weight loss" groups, respectively. It was not possible to define which weight change matched to the answer "Do not know". Therefore, the discrepancy between body satisfaction change and weight change of adolescents who answered "Do not know" could not be investigated. When body satisfaction change was consistent with weight change, adolescents were categorized in the *consistent* group; if not, they were categorized in the *discrepant* group. Depending on the direction of discrepancy, the *discrepant* group was sub-divided into the *optimist* group (i.e. body satisfaction change was positive compared to weight change) and the *pessimist* group (i.e. body satisfaction change was negative compared to weight change).

Statistical analysis

First, included adolescents were compared with excluded adolescents in terms of baseline sociodemographic and anthropometric characteristics using the Student *t* test for continuous outcomes and the chi-square test for categorical variables. Continuous variables are described with mean ± SD and categorical variables with number (%).

Second, the evolution of BMI z-score from T0 to T2 was examined depending on body satisfaction change using the paired Student *t* test.

For Review Only

Third, the discrepancy between body satisfaction change and weight change was analyzed. The distribution of body satisfaction change in relation to weight change was described with cross-tabulations and results were reported as numbers (%). Weighted Cohen's kappa coefficient and its 95% confidence interval (CI) were computed to evaluate the degree of discrepancy between body satisfaction change and weight change.

Finally, sociodemographic characteristics associated with the discrepancy between body satisfaction change and weight change were investigated. Sociodemographic characteristics of adolescents in the *consistent* group were compared with the ones of adolescents in the *discrepant*, *optimism* and *pessimism* groups using chi-square and Student *t* tests. Then multivariate logistic regression models were conducted to examine associations of sociodemographic characteristics with *discrepant*, *optimism* and *pessimism* groups. In these models, the *consistent* group was the reference group. SES (IPSE classes) was first used as categorical variable to measure differences between social classes and the "Highly less advantaged" adolescents constituted the reference group. Then, SES was considered as a discrete variable in order to test for trend between discrepancy and SES.

Additional analyses were computed to describe BMI z-score, eating disorders, anxiety and depression score changes from T0 to T2 according to consistency and discrepancy of body satisfaction change with weight change.

$P<.05$ was considered statistically significant. Statistical analyses involved use of SAS v9.4 (SAS Institute, Inc., Cary, NC).

RESULTS

Description of the study sample

For Review Only

From the initial sample (n=3504), 225 adolescents (6.4%) without body satisfaction change data at T2 (non-respondents) were excluded. Thus, 3279 adolescents (mean ± SD age, 15.1 ± 0.6 years) were included in our study. The included and excluded adolescents differed in several sociodemographic characteristics at T0 (**Table 1**). Included adolescents were more likely to be younger (p<.0001), to be girls (p<.0001), to perceive a higher family income level (p=.008), to be in a general and/or technological school (p<.0001), to have higher SES (p=.03) and to come from high schools located in Moselle (p=.04).

Evolution of BMI z-score according to body satisfaction change

With regards to their body satisfaction change, 424 (12.9%) adolescents felt better, 2164 (66.0%) just the same, 301 (9.1%) worse and 390 (11.9%) did not know. **Table 2** presents BMI z-score change from T0 to T2 by body satisfaction change. On average, BMI z-score significantly decreased for adolescents who felt better (mean= -0.23; p<.0001) and just the same (mean= -0.05; p<.0001). Adolescents who felt worse had a significant increase in their BMI z-score (mean= +0.13; p<.0001). There was no significant change in BMI z-score among adolescents who did not know how their body satisfaction changed.

Discrepancy between body satisfaction change and weight change

The distribution of body satisfaction change across weight change categories is described in **Table 3**. Nearly three quarters (74.8%) of adolescents had discrepant body satisfaction change in relation to their weight change. Among them, 41.6% were pessimists: feeling worse while having lost weight (n= 86) or stable weight (n= 43), feeling the same while having lost weight (n= 1073). Optimists were distributed as follow: feeling better while having gained weight (n= 120) or stable weight (n= 43), feeling the same while having gained weight (n= 797). The weighted Cohen's kappa coefficient indicated high discrepancy between body satisfaction change and weight change (κ= 0.09; 95% CI [0.07; 0.11]).

For Review Only

Results in **Supplementary Table 1** showed that effect size of mean change in BMI z-score was lower among discrepant adolescents than consistent ones. For instance, among adolescents who lost weight, BMI z-score decreased by 0.52 (p< .0001), 0.35 (p< .0001) and 0.38 (p< .0001) for those who felt better, similar and worse, respectively. Optimists exhibited significant decrease in eating disorders, anxiety and depression scores. For example, adolescents who felt similar while they gained weight showed a significant decrease in eating disorders (mean change= -1.16; p= <.0001), anxiety (mean change= -1.92; p= .0006), and depression (mean change= -1.08; p= .02) scores. It was the opposite for pessimists, specifically adolescents who felt worse while they lost weight.

Sociodemographic characteristics associated with discrepancy

The bivariate analyses reported in **Supplementary Table 2** showed that compared to girls, boys were significantly more likely to be discrepant than consistent (41.3% vs 35.2%; p= .004). Similar results were observed among pessimists (44.1% vs 35.2%; p= .0001) but not optimists (37.8% vs 35.2%; p=.27). Adolescents with higher SES were more likely to be pessimist (p= .02).

Bivariate results were confirmed in the multivariate analyses and described in **Table 4**. Compared to girls, boys remained more likely to be discrepant than consistent (Odds Ratio (OR)= 1.29; 95%CI [1.08; 1.53]; p= .005). This association was only present among pessimists (OR= 1.44; 95%CI [1.19; 1.74]; p=.0002). The odds of being discrepant was higher among adolescents with high SES (Highly advantaged vs Highly less advantaged: OR= 1.59; 95%CI [1.09; 2.32]; p=.01), especially among pessimists (OR= 1.82; 95%CI [1.20; 2.74]; p= .004). Trend test showed that discrepancy proportion significantly increased with increasing SES (OR= 1.09; 95%CI [1.01; 1.17]; p= .03). This association was found among pessimists only (OR= 1.12; 95%CI [1.03; 1.21]; p=.007).

For Review Only

DISCUSSION

The results of the current study highlight high discrepancy between body satisfaction change and weight change in school-aged adolescents. Optimist students were about as many as pessimists. Being a boy and coming from high socioeconomic status were associated with discrepancy, specifically pessimism. With reference to our initial hypothesis that adolescents who experience a more positive body satisfaction change and a weight loss would be more likely to sustain newly adopted behaviors, our results suggest that both body satisfaction change should be considered alongside weight change to improve long-term maintenance of behaviors.

In this study, we evidenced that adolescents who felt better than or similar to before had a mean decrease in BMI z-score and the ones who felt worse showed a mean increase in BMI z-score following the intervention. This is consistent with the literature. Eisenberg et al. evidenced that body satisfaction change was inversely associated with BMI change (22). Adolescents more satisfied with their body change had a decrease in BMI and those less satisfied with their body satisfaction had an increase in BMI (22). Moreover, Mintem et al. studied the effect of BMI z-score change from childhood to adulthood on body satisfaction (23). They evidenced that satisfaction with body was higher among individuals who exhibited a decrease in BMI z-score than among those with an increase in BMI z-score.

The discrepancy between body satisfaction change and weight change was high in our study (74.8%). This result can be explained by several reasons. First, discrepancy was observed mainly among adolescents who gained weight and felt similar (27.6%), and among those who lost weight and felt similar (37.1%). Thus, the effect size of weight change may not be large enough to be perceived by the adolescents, and therefore to affect body satisfaction of the latter. Second, it was shown that body satisfaction is associated with inter-related health

For Review Only

factors as eating disorders, anxiety or depression (24–27). Therefore a change in these health outcomes could affect body satisfaction change, with a different direction from the one of the weight change. For example, adolescents might exhibit a weight decrease but feeling more negative about their body satisfaction due to an increase in eating disorders, anxiety and depression symptoms. This assumption is supported in our study. Overall, optimist adolescents showed a decrease in eating disorders, anxiety and depression scores, and the opposite for pessimist ones. Third, body image concern of adolescents might have changed during the PRALIMAP intervention. An adolescent who is increasingly concerned about his or her weight during the study could feel less good or similar even if he or she lost weight. This change in body image concern could be at risk of engaging in unhealthy weight control behaviors such as skipping meals, self-induced vomiting, smoking cigarettes or excessive exercise (28–30). Fourth, change in body acceptance (i.e. accepting one's body regardless of not being completely satisfied with all aspects of it) might have occurred during the study (31). Adolescents could feel better or similar because they accept better their body even if they gained weight, and conversely.

In our study, being a boy increased the probability of discrepancy between body satisfaction change and weight change. The sociocultural model of body satisfaction developed by Thompson et al. may support this result (32,33). According to this model, society (i.e., peers, parents and media) promotes an appearance culture that highlights the desirability of physical attractiveness and beauty ideals for individuals. Beauty ideals are then internalized by individuals, and, to the extent that their body satisfaction does not match these ideals, they become dissatisfied with their body (32–35). In this way beauty ideal refers to a muscular or mesomorphic physique for boys (34). Therefore, an increase in weight among boys might be due to an increase in their muscle mass to achieve their ideal, and being close to or achieving this ideal would make boys feel better with their body. In line with this logic, the fact of

For Review Only

feeling worse after a weight loss might be explained by a decrease in muscle mass and consequently a distance from the beauty ideal. As the beauty ideal of girls (thinness and low weight) differs from that of boys, their propensity to be discrepant might be lower. Weight reduction among girls brings them closer to their beauty ideal, thus increase body satisfaction. Discrepancy, especially pessimism was higher among adolescents from high SES compared to their counterparts from lower SES. It may suggest that physical appearance play a more significant role in body satisfaction and self-acceptance among adolescents from high SES than their low SES counterparts. Wang et al. evidenced higher desire to be thinner for youth from high SES than from low SES (36). Thereby, even if adolescents from high SES showed weight loss, it might not be enough for them to positively affect their body satisfaction. Interestingly, the discrepancy increased with increasing SES which could provide evidence of a social gradient in discrepancy among adolescents. That is systematic inequalities, socially produced (and therefore modifiable) and unfair differences in discrepancy (37). Therefore, when intervening on body satisfaction among adolescents, the scale and modalities of the intervention could be proportionate to their SES, respecting the proportionate universalism concept for instance (38).

For Review Only

Study limitations and strengths

The results of our study should be interpreted considering its limitations. First, body satisfaction change was assessed using a single self-administered question designed for the PRALIMAP study. However, the question focused on adolescents' feelings about their weight, which is consistent with Grogan's body satisfaction definition (11). Specifically, this definition encompasses a feeling dimension that refers to emotions associated with body shape and size. Second, using a self-administered questionnaire may lead to reporting bias but numerous studies used this method to measure body satisfaction (39,40). Third, it would be interesting to simultaneously investigate discrepancy between body satisfaction change and

weight change, and lean body and fat mass change. Unfortunately, the lean body and fat mass of adolescents were not measured in the current study. Besides these limitations, our study had some strengths such as its 2-year longitudinal design and large sample size. In addition, weight and height were measured twice at T0 and T2 and not self-reported by adolescents, which limits measurement bias.

In conclusion, this study provides evidence that discrepancy between body satisfaction change and weight change is high among school-aged adolescents with increased likelihood for boys and adolescents with high socioeconomic status. It suggests that body satisfaction change should be considered in obesity prevention interventions alongside body weight change. This could improve the sustainability of behaviors adopted by adolescents and *in fine* the long-term effectiveness of interventions. Specific attention should be given to boys and socially advantaged adolescents to avoid possible inequalities in durable behavior maintenance.

ACKNOWLEDGEMENTS

In the name of the PRALIMAP trial group, we thank all those who, through their various roles, led to the implementation of this project. Everyone who contributed significantly to the work is listed.

FUNDING

The PRALIMAP trial was funded by grants from public and private sectors. Special acknowledgements are addressed to ARH Lorraine, Conseil Régional de Lorraine, DRASS de Lorraine, GRSP de Lorraine, Fondation Cœurs et Artères, Fondation Wyeth, Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, Inca, IRESP, Régime local d'assurance maladie d'Alsace Lorraine and Urcam de Lorraine. This research did not receive any specific funding from agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

For Review Only

CONFLICTS OF INTEREST: None declared.

KEY POINTS

- Discrepancy between body satisfaction and weight change is high among adolescents
- Discrepancy is higher among boys than girls and socially advantaged adolescents than disadvantage ones
- Body satisfaction could be used as a sustainability indicator for health behaviors following overweight and obesity prevention interventions

REFERENCES

1. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. The Lancet. 2014;384(9945):766-81.

2. Verdot C, Torres M, Salanave B, Deschamps V. Corpulence des enfants et des adultes en France métropolitaine en 2015. Résultats de l'étude Esteban et évolution depuis 2006. Bull Epidémiol Hebd. 2017;13:234-41.

3. Simmonds M, Llewellyn A, Owen CG, Woolacott N. Predicting adult obesity from childhood obesity: a systematic review and meta-analysis. Obes Rev. 2016;17(2):95-107.

4. Hruby A, Hu FB. The Epidemiology of Obesity: A Big Picture. PharmacoEconomics. 2015;33(7):673.

5. Kopelman P. Health risks associated with overweight and obesity. Obes Rev. 2007;8:13-7.

For Review Only

6. Gurnani M, Birken C, Hamilton J. Childhood Obesity: Causes, Consequences, and Management. Pediatr Clin North Am. 2015;62(4):821-40.

7. Al-Khudairy L, Loveman E, Colquitt JL, Mead E, Johnson RE, Fraser H, et al. Diet, physical activity and behavioural interventions for the treatment of overweight or obese adolescents aged 12 to 17 years. Cochrane Database Syst Rev. 2017;6(6).

8. Bonsergent E, Agrinier N, Thilly N, Tessier S, Legrand K, Lecomte E, et al. Overweight and Obesity Prevention for Adolescents: A Cluster Randomized Controlled Trial in a School Setting. Am J Prev Med. 2013;44(1):30-9.

9. Kwasnicka D, Dombrowski SU, White M, Sniehotta F. Theoretical explanations for maintenance of behaviour change: a systematic review of behaviour theories. Health Psychol Rev. 2016;10(3):277.

10. Rothman AJ. Toward a Theory-Based Analysis of Behavioral Maintenance. Health Psychol. 2000;19(S1):64-9.

11. Grogan S. Body Image: Understanding body dissatisfaction in men, women and children. 3rd éd. Taylor & Francis Group; 2016. 214 p.

12. Cash T, Deagle E 3rd. The nature and extent of body-image disturbances in anorexia nervosa and bulimia nervosa: a meta-analysis. Int J Eat Disord. 1997;22(2):107-25.

13. Thompson J. The (mis)measurement of body image: ten strategies to improve assessment for applied and research purposes. Body Image. 2004;1(1):7-14.

14. Briançon S, Bonsergent E, Agrinier N, Tessier S, Legrand K, Lecomte E, et al. PRALIMAP: study protocol for a high school-based, factorial cluster randomised

For Review Only

interventional trial of three overweight and obesity prevention strategies. Trials. 2010;11:119.

15. Insee - Définitions, méthodes et qualité - PCS 2003 - Niveau 1 - Liste des catégories socioprofessionnelles agrégées [Internet]. 2003 [Accessed may 23 2018]. Available at: https://www.insee.fr/fr/information/2016811

16. Rocher T. Construction d'un indice de position sociale des élèves. Educ Form. 2016;90:5-27.

17. Legrand K, Lecomte E, Langlois J, Muller L, Saez L, Quinet M-H, et al. Reducing social inequalities in access to overweight and obesity care management for adolescents: The PRALIMAP-INÈS trial protocol and inclusion data analysis. Contemp Clin Trials Commun. 2017;7:141-57.

18. Akkoyun-Farinez J, Omorou AY, Langlois J, Spitz E, Böhme P, Quinet M-H, et al. Measuring adolescents' weight socioeconomic gradient using parental socioeconomic position. Eur J Public Health. 2018;28(6):1097-102.

19. Manneville F, Omorou AY, Legrand K, Langlois J, Lecomte E, Guillemin F, et al. Universal School-Based Intervention Does Not Reduce Socioeconomic Inequalities in Weight Status among Adolescents. Child Obes. 2019;15(8):532-40.

20. Onis M de, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. Bull World Health Organ. 2007;85(9):660-7.

For Review Only

21. Love-Osborne K, Fortune R, Sheeder J, Federico S, Haemer MA. School-Based Health Center-Based Treatment for Obese Adolescents: Feasibility and Body Mass Index Effects. Child Obes. 2014;10(5):424-31.

22. Eisenberg M, Neumark-Sztainer D, Paxton S. Five-year change in body satisfaction among adolescents. J Psychosom Res. 2006;61(4):521-7.

23. Mintem GC, Gigante DP, Horta BL. Change in body weight and body image in young adults: a longitudinal study. BMC Public Health. 2015;15(1):222.

24. Duchesne A, Dion J, Lalande D, Bégin C, Émond C, Lalande G, et al. Body dissatisfaction and psychological distress in adolescents: Is self-esteem a mediator? J Health Psychol. 2016;22(12):1563-9.

25. Laporta-Herrero I, Jáuregui-Lobera I, Barajas-Iglesias B, Santed-Germán MÁ. Body dissatisfaction in adolescents with eating disorders. Eat Weight Disord - Stud Anorex Bulim Obes. 2018;23(3):339-47.

26. Swanson MSA, Crow DSJ, Grange DDL, Swendsen DJ, Merikangas DKR. Prevalence and Correlates of Eating Disorders in Adolescents: Results From the National Comorbidity Survey Replication Adolescent Supplement. Arch Gen Psychiatry. 2011;68(7):714.

27. Chavez M, Insel TR. Eating Disorders: National Institute of Mental Health's Perspective. Am Psychol. 2007;62(3):159.

28. Oellingrath IM, Hestetun I, Svendsen MV. Gender-specific association of weight perception and appearance satisfaction with slimming attempts and eating patterns in a sample of young Norwegian adolescents. Public Health Nutr. 2016;19(2):265-74.

For Review Only

29. Lampard AM, Maclehose RF, Eisenberg ME, Larson NI, Davison KK, Neumark-Sztainer D. Adolescents who engage exclusively in healthy weight control behaviors: Who are they? Int J Behav Nutr Phys Act. 2016;13(1):5.

30. White J, Halliwell E. Examination of a sociocultural model of excessive exercise among male and female adolescents. Body Image. 2010;7(3):227-33.

31. Griffiths S. Body Acceptance. In: Zeigler-Hill V, Shackelford TK, éditeurs. Encyclopedia of Personality and Individual Differences. Cham: Springer International Publishing; 2017. p. 1-3.

32. Thompson JK, Heinberg LJ, Altabe M, Tantleff-Dunn S. Exacting beauty: Theory, assessment, and treatment of body image disturbance. Washington, DC, US: American Psychological Association; 1999.

33. Franko DL, Fuller-Tyszkiewicz M, Rodgers RF, Holmqvist Gattario K, Frisén A, Diedrichs PC, et al. Internalization as a mediator of the relationship between conformity to masculine norms and body image attitudes and behaviors among young men in Sweden, US, UK, and Australia. Body Image. 2015;15:54-60.

34. Lawler M, Nixon E. Body Dissatisfaction Among Adolescent Boys and Girls: The Effects of Body Mass, Peer Appearance Culture and Internalization of Appearance Ideals. J Youth Adolesc. 2011;40(1):59-71.

35. Vries DA de, Peter J, Graaf H de, Nikken P. Adolescents' Social Network Site Use, Peer Appearance-Related Feedback, and Body Dissatisfaction: Testing a Mediation Model. J Youth Adolesc. 2016;45:211.

For Review Only

36. Wang Z, Byrne NM, Kenardy JA, Hills AP. Influences of ethnicity and socioeconomic status on the body dissatisfaction and eating behaviour of Australian children and adolescents. Eat Behav. 2005;6(1):23-33.

37. Whitehead M, Dahlgren G. Concepts and principles for tackling social inequities in health: Levelling Up Part 1. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe; 2006.

38. Marmot M. Fair Society, Healthy Lives: A Strategic Review of Health Inequalities in England Post-2010. London: Marmot Review. 2010.

39. Fan S, Eiser C. Body image of children and adolescents with cancer: A systematic review. Body Image. 2009;6(4):247-56.

40. Neves CM, Cipriani FM, Meireles JFF, Morgado FF da R, Ferreira MEC. Body image in childhood: an integrative literature review. Rev Paul Pediatr. 2017;35(3):331.

For Review Only

Table 1. Characteristics of adolescents included and excluded in the study

Characteristics	**Total**		**Included**		**Excluded**		
	N= 3504		N=3279 (93.6%)		N=225 (6.4%)		
	N	%	N	%	N	%	p[a]
Age (Mean ± SD)	15.2 ± 0.6		15.1 ± 0.6		15.4 ± 0.8		**<.0001**
School placement							**<.0001**
Advance (< 15 years)	363	10.4	342	10.4	21	9.3	
Classical (15 years)	2316	66.1	2200	67.1	116	51.6	
Late (> 15 years)	825	23.5	737	22.5	88	39.1	
Sex							**<.0001**
Boy	1482	42.3	1352	41.2	130	57.8	
Girl	2022	57.7	1927	58.8	95	42.2	
Perceived family income level							**.008**
High	2054	61.1	1945	61.7	109	52.4	
Low or average	1308	38.9	1209	38.3	99	47.6	
Missing	142		125		17		
Residence							.12
Urban	1690	50.2	1571	49.8	119	55.3	
Rural	1677	49.8	1581	50.2	96	44.7	
Missing	137		127		10		
School type							**<.0001**
General and/ or technological	2981	85.1	2823	86.1	158	70.2	
Professional	523	14.9	456	13.9	67	29.8	
Social and professional class of the family							**.02**
Executives, intermediate jobs, farmers, shopkeepers, craftsmen, managers	1897	54.6	1796	55.2	101	45.3	
Employees and workers	1382	39.7	1276	39.2	106	47.5	
Inactive (retired, unemployed)	198	5.7	182	5.6	16	7.2	
Missing	27		25		2		
Administrative area of high school							**.04**
Meurthe-et-Moselle	1090	31.1	1015	31.0	75	33.3	
Moselle	1313	37.5	1246	38.0	67	29.8	
Meuse and Vosges	1101	31.4	1018	31.0	83	36.9	
Socioeconomic status (IPSE classes)							**.03**
Highly advantaged	318	9.1	301	9.2	17	7.6	
Advantaged	683	19.5	653	19.9	30	13.3	
Intermediate	1027	29.3	962	29.3	65	28.9	
Less advantaged	956	27.3	889	27.1	67	29.8	
Highly less advantaged	520	14.8	474	14.5	46	20.4	
Body Mass Index Z-score (Mean ± SD)	0.23 ± 1.0		0.23 ± 0.9		0.34 ± 1.1		.13

[a] *p values were determined using Chi square and Student t tests*

For Review Only

Table 2. Body mass index z-score change depending on body satisfaction change among adolescents of the study sample (n=3279)

Body satisfaction change	T0 Mean (SD)	T2 Mean (SD)	T2-T0						
			Mean [IC 95%]	p[a]	Min	Q1	Med	Q3	Max
Better (n=424)	0.57 (1.0)	0.34 (0.9)	**-0.23 [-0.28; -0.18]**	**<.0001**	-1.7	-0.5	-0.2	0.1	1.8
Just the same (n=2164)	0.14 (1.0)	0.08 (1.0)	**-0.05 [-0.07; -0.04]**	**<.0001**	-2.0	-0.3	-0.1	0.2	1.5
Worse (n=301)	0.30 (0.9)	0.43 (1.0)	**0.13 [0.08; 0.19]**	**<.0001**	-2.5	-0.1	0.1	0.4	2.1
Does not know (n=390)	0.30 (1.0)	0.27 (1.0)	-0.03 [-0.08. 0.01]	.15	-1.9	-0.3	-0.0	0.3	1.7

Note: T0, baseline; T2, end of the PRALIMAP intervention; Min, Minimum; Q1: first quartile; Med: Median; Q3: third quartile; Max: Maximum
[a]p values were determined using paired Student t tests for differences in BMI z-score from T0 to T2

For Review Only

Table 3. Description of consistency and discrepancy between body satisfaction change and weight change among adolescents (n=2889)

Weight change	Body satisfaction change	Consistent/ discrepant (optimism and pessimism)
⊕ n= 1089 (37.7%)	👎 n= 172 (6.0%)	*Consistent*: Feeling worse while having gained weight
	👌 n= 797 (27.6%)	*Optimism:* Feeling similar while having gained weight
	👍 n= 120 (4.1%)	*Optimism :* Feeling better while having gained weight
⊘ n= 380 (13.1%)	👍 n= 43 (1.5%)	*Optimism* : Feeling better while having stable weight
	👌 n= 294 (10.2%)	*Consistent*: Feeling similar while having stable weight
	👎 n= 43 (1.5%)	*Pessimism:* Feeling worse while having stable weight
⊖ n= 1420 (49.1%)	👎 n= 86 (3.0%)	*Pessimism* : Feeling worse while having lost weight
	👌 n= 1073 (37.1%)	*Pessimism* : Feeling the same while having lost weight
	👍 n= 261 (9.0%)	*Consistent*: Feeling better while having lost weight

👍 refers to feeling better; 👌 refers to feeling similar; 👎 refers to a negative worse; ⊖ refers to a weight loss; ⊘ refers to stable weight; ⊕ refers to a weight gain
Data are n(%).

Table 4. Socioeconomic characteristics associated with discrepancy among adolescents (n=2889): multivariate analyses

Socioeconomic characteristics	Discrepant vs Consistent		Pessimism vs Consistent		Optimism vs Consistent	
	Odds Ratio [95% CI]	p[a]	Odds Ratio [95% CI]	p[a]	Odds Ratio [95% CI]	p[a]
Age	1.07 [0.93; 1.23]	.34	1.04 [0.89; 1.21]	.59	1.10 [0.93; 1.29]	.26
Sex		**.005**		**.0002**		.27
Girl	1		1		1	
Boy	**1.29 [1.08; 1.53]**		**1.44 [1.19; 1.74]**		1.12 [0.92; 1.37]	
Socioeconomic status		.08		**.02**		.54
Highly less advantaged	1		1		1	
Less advantaged	1.20 [0.91; 1.58]	.19	1.33 [0.98; 1.81]	.07	1.07 [0.78; 1.46]	.69
Intermediate	1.07 [0.82; 1.41]	.61	1.15 [0.85; 1.56]	.36	0.99 [0.73; 1.35]	.95
Advantaged	1.30 [0.97; 1.75]	.08	**1.48 [1.07; 2.06]**	**.02**	1.11 [0.79; 1.56]	.53
Highly advantaged	**1.59 [1.09; 2.32]**	**.01**	**1.82 [1.20; 2.74]**	**.004**	1.37 [0.89; 2.09]	.15
Test for trend[b]	**1.09 [1.01; 1.17]**	**.03**	**1.12 [1.03; 1.21]**	**.007**	1.05 [0.97; 1.15]	.24

Note: 95% CI, 95% Confidence Interval

[a] *p values were determined using multivariate logistic regression models. In each model, the consistent group was the reference group.*

[b] *The significance of the test for trend evidenced that discrepancy increase with increasing socioeconomic status.*

Review Only

Supplementary Table 1. Body mass index (BMI) z-score, eating disorders, anxiety and depression scores change from T0 to T2 according to consistency and discrepancy between body satisfaction change and weight change (n=2889)

Weight change	Body satisfaction change	BMI z-score		Eating disorders[a]		Anxiety[a]		Depression[a]	
		Mean change (SD)[b]	p[b]	Mean change (SD)[b]	p[b]	Mean change (SD)[b]	p[b]	Mean change (SD)[b]	p[b]
n=1089 (37.7%)	n= 172 (6.0%)	0.43 (0.3)	**<.0001**	2.04 (11.1)	**.02**	-1.03 (16.4)	.41	2.89 (15.1)	**.01**
	n= 797 (27.6%)	0.32 (0.2)	**<.0001**	-1.16 (7.4)	**<.0001**	-1.92 (15.9)	**.0006**	-1.08 (13.7)	**.02**
	n= 120 (4.1%)	0.31 (0.3)	**<.0001**	-1.66 (7.5)	**.02**	-2.35 (16.8)	.13	-0.41 (14.6)	.76
n= 380 (13.1%)	n= 43 (1.5%)	0.00 (0.0)	.45	-0.96 (7.1)	.41	-5.66 (15.9)	**.04**	-1.36 (12.9)	.52
	n= 294 (10.2%)	-0.00 (0.0)	.87	-1.10 (6.1)	**.007**	-3.48 (13.5)	.30	-1.54 (11.1)	**.04**
	n= 43 (1.5%)	0.01 (0.0)	**.03**	-0.94 (10.2)	.59	-1.34 (15.0)	.18	1.63 (13.6)	.48
n= 1420 (49.1%)	n= 86 (3.0%)	-0.38 (0.4)	**<.0001**	2.48 (11.1)	**.04**	3.60 (17.9)	.07	6.21 (17.7)	**.002**
	n= 1073 (37.1%)	-0.35 (0.3)	**<.0001**	-1.21 (7.4)	**<.0001**	-1.23 (16.1)	**.01**	-0.92 (12.9)	**.02**
	n= 261 (9.0%)	-0.52 (0.3)	**<.0001**	-1.00 (7.8)	**.04**	-0.91 (16.0)	.36	-1.94 (12.7)	**.01**

[a] *Eating disorders was measured using the Eating Attitudes Test questionnaire; anxiety and depression were measured using the Hospital Anxiety Depression Scale questionnaire (see Briançon S, Bonsergent E, Agrinier N, et al. PRALIMAP: study protocol for a high school-based, factorial cluster randomised interventional trial of three overweight and obesity prevention strategies. Trials. 2010;11:119).*

[b] *Mean change and p values were determined using paired t tests for difference in score from end of the intervention (T2) to baseline (T0).*

For Review Only

Supplementary Table 2. Socioeconomic characteristics associated with discrepancy among adolescents (n=2889): bivariate analyses

Socioeconomic characteristics	Consistent n=727	Discrepant n=2162	p[a]	Pessimism n=1202	p[a]	Optimism n=960	p[a]
Age (mean ± SD)	15.1 ± 0.6	15.1 ± 0.6	.81	15.1 ± 0.6	.81	15.1 ± 0.6	.35
Sex			**.004**		**.0001**		.27
Girl	471 (64.8)	1269 (58.7)		672 (55.9)		597 (62.2)	
Boy	256 (35.2)	893 (41.3)		530 (44.1)		363 (37.8)	
Socioeconomic status			.08		**.02**		.60
Highly less advantaged	111 (15.3)	284 (13.1)		143 (11.9)		141 (14.7)	
Less advantaged	191 (26.3)	580 (26.8)		326 (27.1)		254 (26.5)	
Intermediate	233 (32.0)	630 (29.1)		344 (28.6)		286 (29.8)	
Advantaged	138 (19.0)	452 (20.9)		263 (21.9)		189 (19.7)	
Highly advantaged	54 (7.4)	216 (10.0)		126 (10.5)		90 (9.4)	

[a]p values were determined using Chi square and Student t tests. The consistent group was the reference group for the three comparisons (Discrepant vs Consistent; Pessimism vs Consistent; Optimism vs Consistent).

For Review Only

Synthèse des résultats de l'axe 2

- Plus le SSE des adolescents est élevé, plus leur corpulence est faible. Ce constat est fait au début et à la fin de l'intervention universelle PRALIMAP sans mise en évidence de son impact quant à la réduction ou à l'aggravation des inégalités sociales de corpulence.
- Près de 75% des adolescents ont une évolution de la satisfaction corporelle qui diverge de celle de la corpulence, et ceci concerne plus les adolescents de SSE élevés que ceux de faibles SSE.

3.3. Axe 3 : Effets médiateurs des modes de vie sur les inégalités sociales de santé

Les travaux de cet axe visaient à mesurer et quantifier les effets médiateurs des modes de vie dans les ISS à l'adolescence (**Figure 25**). Pour répondre à cet objectif les données de l'essai PRALIMAP ont été utilisées avec des critères de jugement de santé objective (i.e. la corpulence) et perceptuelle (i.e. la qualité de vie).

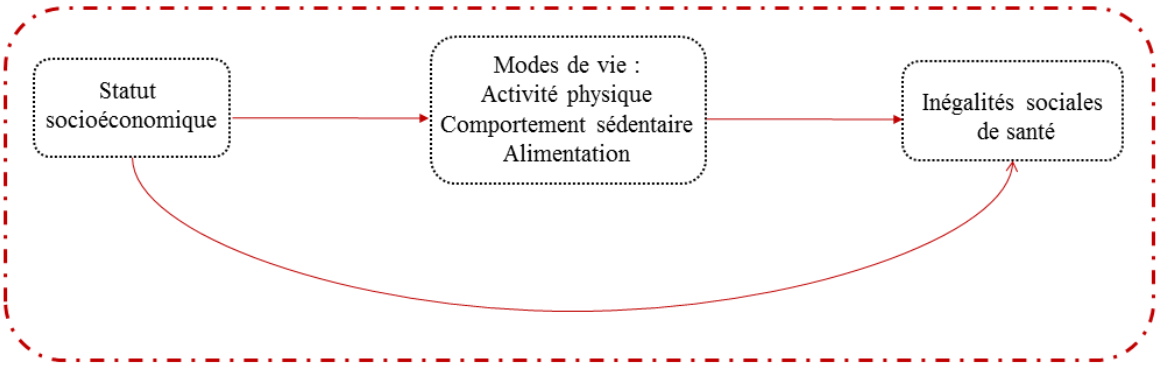


Figure 25 : Schéma illustratif du troisième axe de la thèse

3.3.1. Effets médiateurs des modes de vie sur les inégalités sociales de corpulence à l'adolescence

3.3.1.1. Contexte

Les résultats de l'axe 2 ont fourni des arguments sur l'importance de la prise en compte du milieu social des adolescents dans les interventions visant à développer des comportements favorables à la santé pour réduire la prévalence du surpoids et de l'obésité à l'adolescence.

De manière à optimiser l'efficacité des interventions de réduction des inégalités sociales de corpulence, il est nécessaire d'identifier les différents mécanismes impliqués dans ce processus. Par exemple, rechercher et quantifier le rôle de l'atteinte de recommandations nutritionnelles (i.e. en termes d'activité physique et de comportement alimentaire) dans les inégalités sociales de corpulence à l'adolescence. Etant donné que la corpulence et que l'efficacité des interventions peut varier suivant le sexe des adolescents, il est également important d'étudier le

rôle de l'atteinte des recommandations nutritionnelles dans la relation entre le sexe et la corpulence.

Ainsi, l'objectif de ce travail était de rechercher et de quantifier les effets médiateurs de l'atteinte des recommandations en termes de pratique d'activité physique et de comportement alimentaire pendant deux années sur 1) les inégalités sociales de corpulence et 2) les inégalités de corpulence entre garçons et filles à l'adolescence.

3.3.1.2. Méthodes

Pour répondre à ces objectifs, les données de l'essai PRALIMAP ont été utilisées.

Echantillon d'étude

Pour être inclus, les adolescents devaient disposer de données sur l'activité physique ou le comportement alimentaire à T0, T1 et T2, et des données sur la corpulence à T2. Un total de 3501 adolescents a été inclus dans l'étude.

Données utilisées

A partir des données sur les comportements, l'atteinte des recommandations nutritionnelles a été calculée comme suit :

- Activité physique : au moins une heure d'activité physique intense ou modérée par jour, et pratiquer une activité physique intense au moins trois fois par semaine (recommandation de l'OMS) ;
- Comportement alimentaire :
    - Au moins cinq portions de fruits et légumes par jour ;
    - Moins de quatre portions de sucre par jour ;
    - Pas de grignotage

L'atteinte de chacune des recommandations a été calculée à T0, T1 et T2, et a été utilisée pour définir l'atteinte des recommandations nutritionnelles durant deux années (Oui [recommandations atteintes à au moins deux temps de mesure]/ Non [recommandations atteintes à moins de deux temps de mesure]). Deux variables ont été créées en utilisant l'atteinte des recommandations nutritionnelles :

- l'atteinte des recommandations d'au moins deux des trois comportements alimentaires durant deux années (Oui/ Non) ;
- l'atteinte des recommandations sur l'activité physique et d'au moins deux des trois comportements alimentaires durant deux années (Oui/ Non)

Corpulence à T2 : $IMC>_{p95}$ (IMC supérieur au 95ème percentile de la référence de l'OMS [Oui/Non]), ΔIMCp95 (différence entre l'IMC mesuré et le 95ème percentile de la référence de l'OMS)

SSE : Perception du niveau de revenu de la famille en deux catégories (faible ou moyen/ élevé)

Caractéristiques des adolescents : sexe (fille/garçon), âge, stratégies d'intervention PRALIMAP

Analyses statistiques

Les associations entre 1) le SSE/ le sexe et la corpulence à T2, 2) le SSE/ le sexe et l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années, et 3) l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et la corpulence à T2 ont été analysées en réalisant des modèles de régression logistique et de régression linéaire (**Figure 26**).

Lorsque les associations 1), 2) et 3) étaient mises en évidence, la recherche des effets médiateurs de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années dans l'association entre le SSE/ le sexe et la corpulence à T2 été réalisée avec des analyses de médiation.

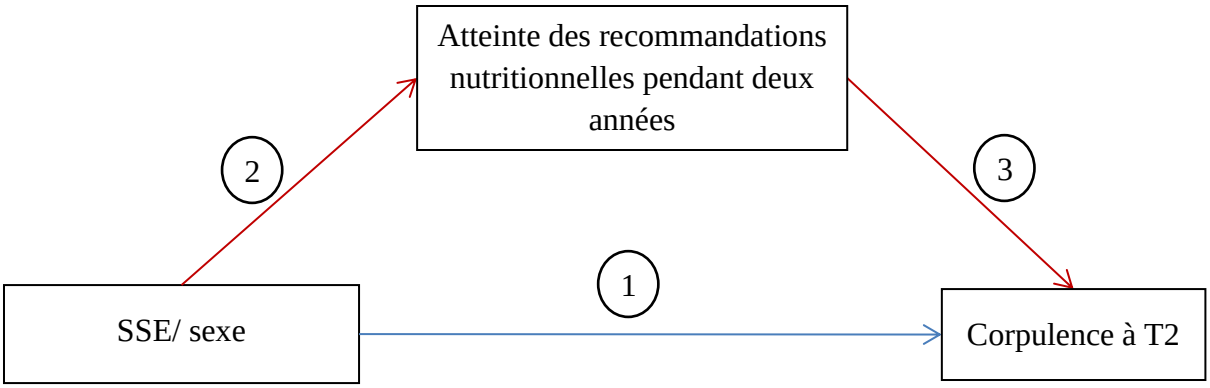


Figure 26 : Représentation graphique des associations testées entre le SSE/ le sexe, l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et la corpulence à T2

Ce type d'analyse vise à étudier comment l'association entre une exposition (i.e. le SSE/ le sexe) et un critère de jugement (i.e. la corpulence à T2) se fait par l'intermédiaire d'une autre variable médiatrice (i.e. l'atteinte des recommandations nutritionnelles). L'approche contrefactuelle (proc CAUSALMED du logiciel SAS 9.4) a été appliquée pour les analyses et permet de quantifier l'effet total, naturel direct et naturel indirect de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années dans la relation entre le SSE/ le sexe et la corpulence à T2 (**Figure 27**) (132–134). L'effet total correspond à l'effet du SSE/ sexe sur la corpulence à T2. L'effet naturel direct correspond à l'effet du SSE (ou du sexe) sur la corpulence à T2 si tous les adolescents atteignaient les mêmes recommandations nutritionnelles que les adolescents de SSE élevé (ou que les garçons). L'effet naturel indirect représente le changement de corpulence à T2 que l'on observerait, si tous les adolescents étaient de SSE moyen/ faible (ou des filles) et que l'atteinte des recommandations nutritionnelles serait changée de la valeur observée chez les adolescents de SSE élevé (ou les garçons) vers la valeur observée chez les adolescents de SSE faible/moyen (ou les filles). Les potentielles interactions entre le SSE/ le sexe et l'atteinte des recommandations nutritionnelles ont été testées et incluses dans les modèles de médiation. Les modèles ont été ajustés sur les stratégies d'intervention PRALIMAP, l'âge et le sexe (lorsque le sexe n'était pas l'exposition).

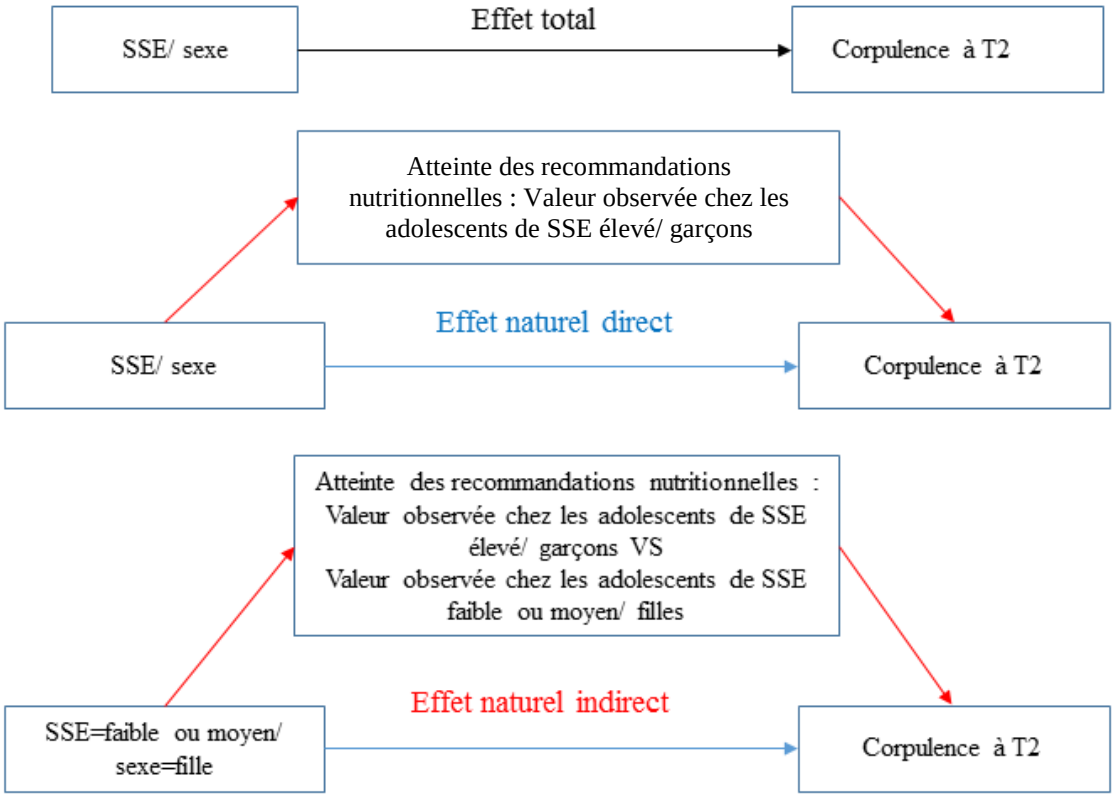


Figure 27 : Représentation graphique du processus de médiation entre le SSE/ le sexe, l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et la corpulence à T2

3.3.1.3. Résultats préliminaires

Description de l'échantillon

La description des caractéristiques sociodémographiques, de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et de la corpulence des adolescents est présentée dans le **Tableau 1**.

Associations entre le SSE, le sexe et la corpulence à T2

Les adolescents de SSE faible/ moyen avaient un ΔIMC_{p95} 0,45 points plus élevé que ceux de SSE élevé (β = 0,45 Intervalle de Confiance [IC] 95% = [0,2 ; 0,7] ; p = 0,0003) (**Tableau 2**). Des résultats similaires étaient retrouvés pour l'$IMC>_{p95}$. Concernant le sexe, les filles avaient un ΔIMC_{p95} moins important de 0,54 points (β = -0,54 [-0,8 ; -0,3] ; p<0,0001) que les garçons (**Tableau 2**).

Associations entre le SSE, le sexe et l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années

Les adolescents de SSE faible/ moyen avaient une probabilité moins importante d'atteindre les recommandations en termes d'activité physique et de comportement alimentaire (OR = 0,6 [0,5 ; 0,8] ; p = 0,001) que ceux de SSE élevé (**Tableau 3**). Comparés aux garçons, les filles avaient une probabilité plus importante de 30% (OR = 1,3 [1,1 ; 1,6] ; p=0,001) d'atteindre les recommandations d'au moins deux des trois comportements alimentaires pendant deux années et avaient moins tendance à atteindre les recommandations en termes d'activité physique (OR = 0,2 [0,2 ; 0,3] ; p<0,0001) (**Tableau 3**).

Associations entre l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et la corpulence à T2

Excepté la consommation de produits sucrés, l'atteinte des recommandations nutritionnelles n'était pas associée à l'IMC>$_{p95}$ (**Tableau 2**). Les adolescents qui atteignaient les recommandations en termes d'activité physique et de comportement alimentaire pendant deux années avaient un ΔIMC $_{p95}$ plus élevé de 0,87 points (β = 0,87 [0,4 ; 1,3] ; p<0,0001) que ceux qui ne les atteignaient pas.

Effets médiateurs de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années dans l'association entre le SSE, le sexe et la corpulence à T2

Étant donné que les associations 1), 2) et 3) de la **Figure 26** n'ont pas été mises en évidence pour l'IMC>$_{p95}$, les analyses de médiation pour ce critère de jugement n'ont pas été réalisées. L'atteinte des recommandations en termes de grignotage pendant deux années avait un effet médiateur dans la relation entre le SSE/ le sexe et le ΔIMC$_{p95}$ (**Tableau 4**). L'effet total montrait que les adolescents de SSE faible/ moyen avaient un ΔIMC$_{p95}$ plus élevé de 0,41 points (β=0,41 [0,1 ; 0,7] ; p=0,002) que ceux de SSE élevé. L'effet direct naturel signifiait que si les

adolescents de SSE faible/ moyen avaient atteint les mêmes recommandations en termes de grignotage que ceux de SSE élevé, ils auraient un ΔIMC_{p95} plus élevé de 0,46 points (β=0,46 [0,2 ; 0,7] ; p=0,0004) que ceux de SSE élevé. L'effet indirect naturel montrait que si tous les adolescents étaient de SSE faible/ moyen, ceux qui auraient atteint les mêmes recommandations que les adolescents de SSE faible/ moyen auraient un ΔIMC_{p95} plus faible de 0,05 points (β=-0,05 [-0,1 ; -0,0] ; p=0,001) que ceux qui auraient atteint les mêmes recommandations que les adolescents de SSE élevé. La plus grande probabilité des adolescents de SSE élevé d'atteindre les recommandations en termes de grignotage que ceux de SSE faible ou moyen diminuerait la taille de l'effet de la relation entre le SSE et le ΔIMC_{p95} de 13,1%. Des résultats similaires étaient mis en évidence pour le sexe et l'atteinte des recommandations en termes de produits sucrés.

Tableau 1 : Description des caractéristiques sociodémographiques, de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et de corpulence des adolescents (n=3501)

		N (total=3501)	%
CARACTERISTIQUES SOCIODEMOGRAPHIQUES			
Age (moyenne ± écart type)		3501	15,6 ± 0,6
Sexe	Garçon	1481	42,3
	Fille	2020	57,7
SSE	Faible ou moyen	1307	38,9
	Élevée	2052	61,1
	Manquant	142	
ATTEINTE DES RECOMMANDATIONS NUTRITIONNELLES			
Atteinte des recommandations sur l'activité physique à au moins deux temps de mesure			
Recommandations de l'OMS	Non	2435	69,6
	Oui	1066	30,4
Atteinte des recommandations sur le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure			
5 Fruits et légumes par jour	Non	2734	89,3
	Oui	327	10,7
	Manquant	440	
Moins de 4 produits sucrés par jour	Non	1710	55,9
	Oui	1351	44,1
	Manquant	440	
Pas de grignotage	Non	2071	65,7
	Oui	1079	34,3
	Manquant	351	
Au moins deux des trois recommandations	Non	2196	73,9
	Oui	775	26,1
	Manquant	530	
Atteinte des recommandations sur l'activité physique et le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure			
	Non	2693	90,6
	Oui	278	9,4
	Manquant	530	
CORPULENCE			
IMC>$_{p95}$	Non	3235	92,4
	Oui	266	7,6
ΔIMC $_{p95}$ (moyenne ± écart type)		3501	-5,2 ± 3,6

Abréviations : SSE, Statut socioéconomique ; OMS, Organisation Mondiale de la Santé ; IMC, Indice de Masse Corporelle

Tableau 2 : Associations entre le SSE, le sexe, l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et la corpulence à T2 (n=3501)

	IMC>$_{p95}$[a]		**ΔIMC$_{p95}$**	
	OR [IC95%]	p	β [IC95%]	p
SSE				
Élevé	**1**	**0,001**	**0**	**0,0003**
Faible ou moyen	**1,5 [1,2 ; 2,0]**		**0,45 [0,2 ; 0,7]**	
Sexe				
Garçons	1	0,14	**0**	**<0,0001**
Filles	0,8 [0,6 ; 1,1]		**-0,54 [-0,8 ; -0,3]**	
Atteinte des recommandations sur l'activité physique à au moins deux temps de mesure				
Recommandations de l'OMS				
Non	1	0,41	**0**	**0,002**
Oui	0,9 [0,7 ; 1,2]		**0,41 [0,2 ; 0,7]**	
Atteinte des recommandations sur le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure				
5 fruits et légumes par jour				
Non	1	0,77	0	0,55
Oui	0,9 [0,6 ; 1,5]		-0,12 [-0,5 ; 0,3]	
Moins de 4 produits sucrés par jour				
Non	**1**	**<0,0001**	**0**	**<0,0001**
Oui	**1,8 [1,4 ; 2,4]**		**1,04 [0,8 ; 1,3]**	
Pas de grignotage				
Non	1	0,07	**0**	**<0,0001**
Oui	1,3 [1,0 ; 1,7]		**0,71 [0,4 ; 1,0]**	
Au moins deux des trois recommandations				
Non	1	0,14	**0**	**<0,0001**
Oui	1,3 [0,9 ; 1,7]		**0,61 [0,3 ; 0,9]**	
Atteinte des recommandations sur l'activité physique et le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure				
Non	1	0,05	**0**	**<0,0001**
Oui	1,5 [1,0 ; 2,3]		**0,87 [0,4 ; 1,3]**	

[a] *référence=Non. Abréviations : SSE, Statut socioéconomique ; IMC, Indice de Masse Corporelle ; OR, Odds Ratio ; β, coefficient de régression ; IC, Intervalle de Confiance ; OMS, Organisation Mondiale de la Santé*

Tableau 3 : Associations entre le SSE, le sexe et l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années (n=3501)

	SSE[a]		**Sexe[b]**	
	OR [IC95%]	p	OR [IC95%]	p
Atteinte des recommandations sur l'activité physique à au moins deux temps de mesure				
Recommandation de l'OMS				
Non	1	**<0,0001**	**1**	**<0,0001**
Oui	**0,7 [0,6 ; 0,8]**		**0,2 [0,2 ; 0,3]**	
Atteinte des recommandations sur le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure				
5 fruits et légumes par jour				
Non	1	0,28	**1**	**0,009**
Oui	0,9 [0,7 ; 1,1]		**1,4 [1,1 ; 1,8]**	
Moins de 4 produits sucrés par jour				
Non	1	0,10	**1**	**<0,0001**
Oui	0,9 [0,8 ; 1,0]		**1,8 [1,6 ; 2,1]**	
Pas de grignotage				
Non	**1**	**<0,0001**	1	0,30
Oui	**0,7 [0,6 ; 0,8]**		0,9 [0,8 ; 1,1]	
Au moins deux des trois recommandations				
Non	**1**	**0,006**	**1**	**0,001**
Oui	**0,8 [0,7 ; 0,9]**		**1,3 [1,1 ; 1,6]**	
Atteinte des recommandations sur l'activité physique et le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure				
Non	**1**	**0,001**	**1**	**0,0002**
Oui	**0,6 [0,5 ; 0,8]**		**0,6 [0,5 ; 0,8]**	

[a] référence = élevé; [b] référence = garçons

Abréviations : SSE, Statut socioéconomique ; IMC, Indice de Masse Corporelle ; OR, Odds Ratio ; IC, Intervalle de Confiance ; OMS, Organisation Mondiale de la Santé

Tableau 4: Effets de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années dans l'association entre le SSE, le sexe et le ΔIMC p95 à T2 (n=3501)

	Effet total		**Effet direct naturel**		**Effet indirect naturel**		**Pourcentage par médiation**
	β [IC 95%]	p	β [IC 95%]	p	β [IC 95%]	p	%
SSE							
Atteinte des recommandations sur l'activité physique à au moins deux temps de mesure							
Recommandations de l'OMS	**0,43 [0,2; 0,7]**	**0,0009**	**0,42 [0,2; 0,7]**	**0,0001**	0,01 [-0,0 ; 0,0]	0,47	2,8
Atteinte des recommandations sur le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure							
Pas de grignotage	**0,41 [0,1; 0,7]**	**0,002**	**0,46 [0,2; 0,7]**	**0,0004**	**-0,05 [-0,1 ; -0,0]**	**0,001**	-13,1
Au moins deux des trois recommandations	**0,49 [0,3; 0,8]**	**<0,0001**	**0,52 [0,3; 0,8]**	**<0,0001**	**-0,03 [-0,1 ; -0,0]**	**0,02**	-6,4
Atteinte des recommandations sur l'activité physique et le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure	**0,49 [0,2; 0,7]**	**0,0002**	**0,52 [0,3; 0,8]**	**<0,0001**	**-0,03 [-0,1 ; -0,0]**	**0,01**	-6,0
SEXE							
Atteinte des recommandations sur l'activité physique à au moins deux temps de mesure							
Recommandations de l'OMS	**-0,50 [-0,7; -0,3]**	**<0,0001**	**-0,42 [-0,7; -0,1]**	**0,001**	**-0,09 [-0,2 ; -0,0]**	**0,04**	17,5
Atteinte des recommandations sur le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure							
Moins de 4 produits sucrés par jour	**-0,68 [-0,9; -0,4]**	**<0,0001**	**-0,86 [-1,1; -0,6]**	**<0,0001**	**0,17 [0,1 ; 0,2]**	**<0,0001**	-25,6
Au moins deux des trois recommandations	**-0,71 [-1,0; -0,5]**	**<0,0001**	**-0,73 [-1,0; -0,5]**	**<0,0001**	**0,02 [0,0 ; 0,0]**	**0,04**	-3,5
Atteinte des recommandations sur l'activité physique et le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure	**-0,71 [-1,0 ; -0,5]**	**<0,0001**	**-0,68 [-1,0 ; -0,7]**	**<0,0001**	**-0,03 [-0,0 ; 0,0]**	**0,008**	4,8

Abréviations : SSE, Statut socioéconomique ; IMC, Indice de Masse Corporelle ; β, coefficient de régression ; IC, Intervalle de Confiance ; OMS, Organisation Mondiale de la Santé

3.3.2. Effets médiateurs des modes de vie sur les inégalités sociales de qualité de vie à l'adolescence

3.3.2.1. Contexte

Dans une perspective de réduction des inégalités sociales de qualité de vie à l'adolescence, il est important de connaitre les mécanismes qui peuvent être impliqués dans la production de ces inégalités. Par exemple, l'activité physique et le comportement alimentaire des adolescents pourraient avoir un rôle important. Également, le rôle potentiel de l'activité physique et du comportement alimentaire dans les différences de qualité de vie entre garçons et filles nécessite d'être investigué et pris en compte pour réduire les inégalités sociales de qualité de vie.

Les objectifs de ce travail étaient de rechercher et de quantifier les effets médiateurs de l'atteinte des recommandations en termes de pratique d'activité physique et de comportement alimentaire pendant deux années sur 1) les inégalités sociales de qualité de vie et 2) les inégalités de qualité de vie entre garçons et filles à l'adolescence.

3.3.2.2. Méthodes

Pour répondre à ces objectifs, les données de l'essai PRALIMAP ont été utilisées.

Echantillon d'étude

Pour être inclus, les adolescents devaient disposer de données sur l'activité physique ou le comportement alimentaire à T0, T1 et T2, et des données sur la qualité de vie à T2. Un total de 3562 adolescents a été inclus dans l'étude.

Données utilisées

Les données en lien avec l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années ont été obtenues de la même manière que dans la partie 3.3.1.2.

Qualité de vie à T2 : Score des dimensions physique, mentale, sociale et générale du questionnaire *Duke health profile* (124,125). Les scores de qualité de vie ont été catégorisés en deux classes (score supérieur ou égal à la référence nationale [Oui/Non] (135)).

SSE : Perception du niveau de revenu de la famille en deux catégories (faible ou moyen/ élevé).

Caractéristiques des adolescents : sexe (garçon /fille), âge, stratégies d'intervention PRALIMAP

Analyses statistiques

Les associations entre 1) le SSE/ le sexe et la qualité de vie à T2, 2) le SSE/ le sexe et l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années, et 3) l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et la qualité de vie à T2 ont été analysées en réalisant des modèles de régression logistique (**Figure 28**).

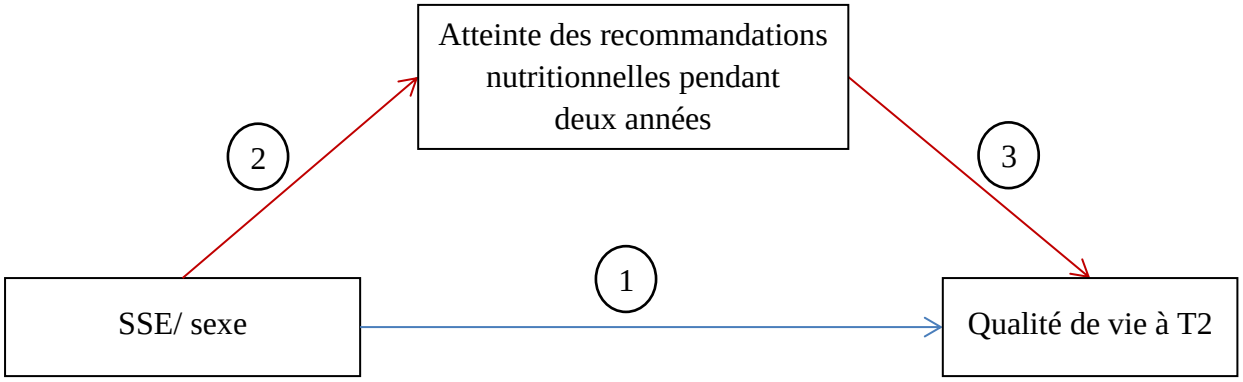


Figure 28 : Représentation graphique des associations testées entre le SSE/ le sexe, l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et la qualité de vie à T2

Lorsque les associations 1), 2) et 3) étaient mises en évidence, la recherche des effets médiateurs de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années dans l'association entre le SSE/ le sexe et la qualité de vie à T2 été réalisée avec des analyses de médiation. Ce type d'analyse vise à étudier comment l'association entre une exposition (i.e. le SSE/ le sexe) et un critère de jugement (i.e. la qualité de vie à T2) se fait par l'intermédiaire d'une autre variable

médiatrice (i.e. l'atteinte des recommandations nutritionnelles). L'approche contrefactuelle (proc CAUSALMED du logiciel SAS 9.4) a été appliquée pour les analyses et permet de quantifier l'effet total, direct et indirect de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années dans la relation entre le SSE/ le sexe et la qualité de vie à T2 (**Figure 29**) (132–134).

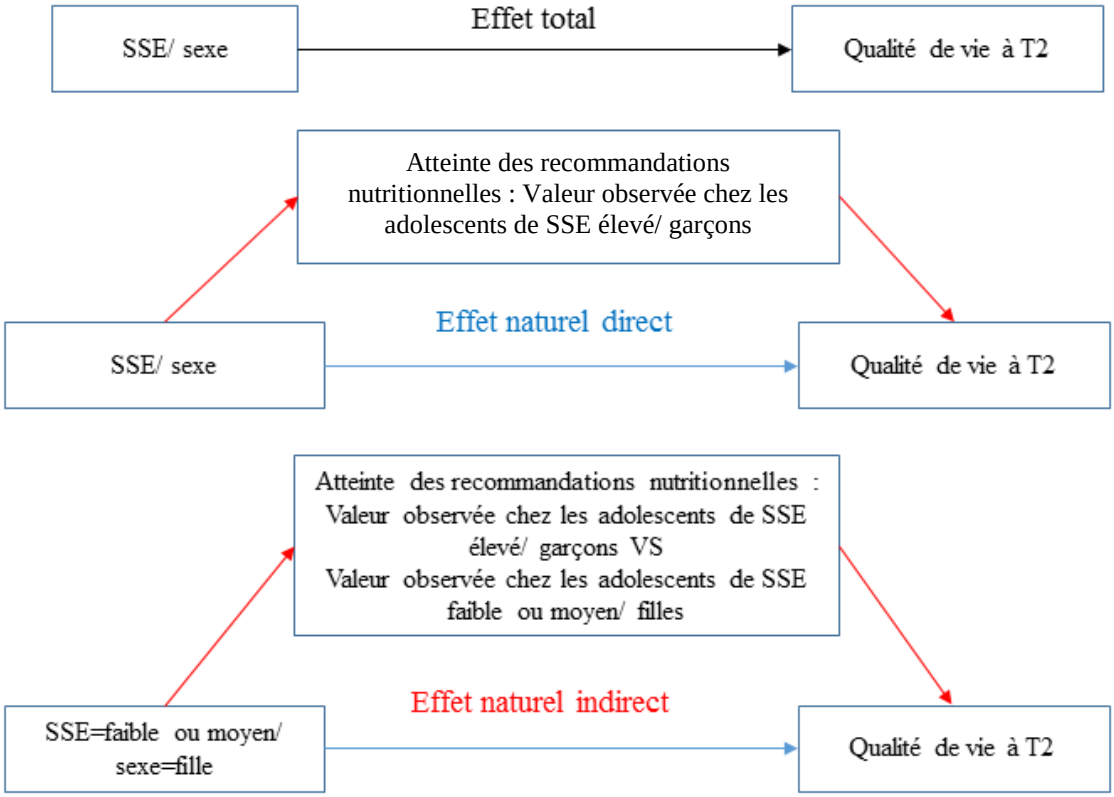


Figure 29 : Représentation graphique du processus de médiation entre le SSE/ le sexe, l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et la qualité de vie à T2

L'effet total correspond à l'effet du SSE/ sexe sur la qualité de vie à T2. L'effet naturel direct correspond à l'effet du SSE (ou du sexe) sur la qualité de vie à T2 si tous les adolescents atteignaient le même nombre de recommandations que les adolescents de SSE élevé (ou que les garçons). L'effet naturel indirect représente le changement de qualité de vie à T2 que l'on observerait, si tous les adolescents étaient de SSE moyen/ faible (ou des filles) et que l'atteinte des recommandations nutritionnelles serait changée de la valeur observée chez les adolescents de SSE élevé (ou les garçons) vers la valeur observée chez les adolescents de SSE faible/ moyen

(ou les filles). Les interactions potentielles entre le SSE/ le sexe et l'atteinte des recommandations nutritionnelles ont été testées et incluses dans les modèles de médiation. Les modèles ont été ajustés sur les stratégies d'intervention PRALIMAP, l'âge et le sexe (lorsque le sexe n'était pas l'exposition).

3.3.2.3. Résultats préliminaires

Description de l'échantillon

La description des caractéristiques sociodémographiques, de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et de la qualité de vie des adolescents est présentée dans le **Tableau 5**.

Associations entre le SSE, le sexe et la qualité de vie à T2

Le SSE des adolescents était associé à toutes les dimensions de la qualité de vie (**Tableau 6**). Comparés aux adolescents de SSE élevé, ceux de SSE faible ou moyen avaient une probabilité moins importante d'avoir un score de qualité de vie général supérieur ou égal à la référence nationale (OR = 0,6 [0,5 ; 0,7] ; p < 0,0001). Des résultats similaires étaient retrouvés pour le sexe et les dimensions physique, mentale et générale avec les filles ayant une probabilité moins importante que les garçons d'avoir un score supérieur à la référence nationale. L'inverse était observé pour la dimension sociale de la qualité de vie (OR = 1,3 [1,1 ; 1,5] ; p = 0,0003).

Associations entre le SSE, le sexe et l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années

Les adolescents de SSE moyen ou faible avaient une probabilité moins importante d'atteindre les recommandations en termes d'activité physique (OR = 0,7 [0,6 ; 0,8] ; p < 0,0001) et de comportement alimentaire (OR = 0,8 [0,6 ; 0,9] ; p = 0,003) que ceux de SSE élevé (**Tableau 7**). Concernant le sexe, le sens des associations variait suivant la recommandation

prise en compte. Par exemple, les filles avaient moins tendance à atteindre les recommandations en termes d'activité physique (OR = 0,2 [0,2 ; 0,3] ; p < 0,0001) et plus tendance à atteindre celle en termes de comportement alimentaire (OR = 1,3 [1,1 ; 1,6] ; p = 0,0008) que les garçons.

Associations entre l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et la qualité de vie à T2

Les adolescents qui atteignaient les recommandations en termes d'activité physique et de comportement alimentaire avaient une probabilité environ deux fois plus importante d'avoir un score de qualité de vie générale supérieur ou égal à la référence nationale que ceux qui ne les atteignaient pas (OR = 1,9 [1,5 ; 2,5] ; p<0,0001) (**Tableau 6**). Des résultats similaires étaient trouvés pour les autres dimensions de la qualité de vie.

Effets médiateurs de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années dans la relation entre le SSE, le sexe et la qualité de vie à T2

Les adolescents de SSE faible ou moyen avaient une probabilité moins importante d'avoir un score de qualité de vie physique supérieur à la référence nationale que les adolescents de SSE élevé (Effet total : OR=0,68 [0,6 ; 0,8] ; p<0,0001) (**Tableau 8**). L'effet direct naturel signifiait que si les adolescents de SSE moyen ou faible avaient atteint les mêmes recommandations (activité physique et comportement alimentaire) que ceux de SSE élevé, ils auraient une probabilité moins importante d'avoir un score de qualité de vie supérieur à la référence nationale que les adolescents de SSE élevé (OR = 0,70 [0,6 ; 0,8] ; p<0,0001). L'effet indirect naturel montre que si tous les adolescents étaient de SSE faible ou moyen, ceux qui auraient atteint les mêmes recommandations que les adolescents de SSE faible ou moyen auraient une probabilité moins importante d'avoir un score de qualité de vie physique supérieur à la référence nationale que ceux qui atteindraient les mêmes recommandations que les adolescents de SSE élevé (0,95 [0,9 ; 1,0] ; p = 0,02). Au total, 13,2% de l'association entre le SSE et le score de

qualité de vie physique se faisait par l'atteinte des recommandations en termes d'activité physique et de comportement alimentaire. Des résultats similaires étaient retrouvés pour les autres dimensions de la qualité de vie (**Tableaux 9-10-11**).

Les associations entre le sexe et la qualité de vie étaient davantage médiées par l'atteinte des recommandations en termes d'activité physique que de comportement alimentaire (**Tableaux 8-9-10-11**). Par exemple, 32,9% de l'association entre le sexe et le score de qualité de vie générale se faisait par l'atteinte des recommandations en termes d'activité physique mais pas par l'atteinte des recommandations en termes de comportement alimentaire (**Tableau 11**).

Tableau 5 : Description des caractéristiques sociodémographiques, de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et de la qualité de vie des adolescents (n=3562)

		N (total=3562)	%
CARACTERISTIQUES SOCIODEMOGRAPHIQUES			
Age (moyenne ± écart type)		3562	15,2 ± 0,6
Sexe	Garçon	1487	41,7
	Fille	2075	58,3
SSE	Faible ou moyen	1324	38,7
	Élevée	2097	61,3
	Manquant	141	
ATTEINTE DES RECOMMANDATIONS NUTRITIONNELLES			
Atteinte des recommandations sur l'activité physique à au moins deux temps de mesure			
Recommandations de l'OMS	Non	2463	69,1
	Oui	1099	30,9
Atteinte des recommandations sur le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure			
5 Fruits et légumes par jour	Non	1803	56,0
	Oui	1416	44,0
	Manquant	343	
Moins de 4 produits sucrés par jour	Non	1803	56,0
	Oui	1416	44,0
	Manquant	343	
Pas de grignotage	Non	2186	66,0
	Oui	1124	34,0
	Manquant	252	
Au moins deux des trois recommandations	Non	2308	74,0
	Oui	812	26,0
	Manquant	442	
Atteinte des recommandations sur l'activité physique et le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure			
	Non	2827	90,6
	Oui	293	9,4
	Manquant	442	
QUALITE DE VIE			
Score physique >= référence nationale	Non	1921	54,0
	Oui	1637	46,0
	Manquant	4	
Score mentale >= référence nationale	Non	1821	51,2
	Oui	1733	48,8
	Manquant	8	
Score sociale >= référence nationale	Non	1571	44,2
	Oui	1983	55,8
	Manquant	8	
Score générale >= référence nationale	Non	1734	48,9
	Oui	1811	51,1
	Manquant	17	

Abréviations : SSE, Statut socioéconomique ; OMS, Organisation Mondiale de la Santé

Tableau 6 : Associations entre le statut socioéconomique, le sexe, l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années et le fait d'avoir un score de qualité de vie supérieur ou égal à la référence nationale (n=3562)

	Physique (>=ref)		**Mentale (>=ref)**		**Social (>=ref)**		**General (>=ref)**	
	OR [IC95%]	p	OR [IC95%]	p	OR [IC95%]	p	OR [IC95%]	p
SSE								
Élevé	**1**	**<0,0001**	**1**	**<0,0001**	**1**	**<0,0001**	**1**	**<0,0001**
Faible ou moyen	**0,7 [0,6 ; 0,8]**		**0,7 [0,6 ; 0,8]**		**0,7 [0,6 ; 0,8]**		**0,6 [0,5 ; 0,7]**	
Sexe								
Garçons	**1**	**<0,0001**	**1**	**<0,0001**	**1**	**0,0003**	**1**	**<0,0001**
Filles	**0,6 [0,5 ; 0,7]**		**0,7 [0,6 ; 0,8]**		**1,3 [1,1 ; 1,5]**		**0,6 [0,5 ; 0,7]**	
Atteinte des recommandations sur l'activité physique à au moins deux temps de mesure								
Recommandations de l'OMS								
Non	1	**<0,0001**	**1**	**<0,0001**	**1**	**<0,0001**	**1**	**<0,0001**
Oui	**1,5 [1,3 ; 1,7]**		**1,5 [1,3 ; 1,8]**		**1,8 [1,5 ; 2,0]**		**1,9 [1,7 ; 2,2]**	
Atteinte des recommandations sur le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure								
5 fruits et légumes par jour								
Non	1	0,47	**1**	**0,02**	**1**	**0,0004**	1	0,10
Oui	1,1 [0,9 ; 1,4]		**1,3 [1,0 ; 1,7]**		**1,5 [1,2 ; 1,9]**		1,2 [1,0 ; 1,6]	
Moins de 4 produits sucrés par jour								
Non	**1**	**0,01**	1	0,81	**1**	**0,03**	1	0,35
Oui	**1,2 [1,0 ; 1,4]**		1,0 [0,9 ; 1,2]		**1,2 [1,0 ; 1,3]**		1,1 [0,9 ; 1,2]	
Pas de grignotage								
Non	**1**	**<0,0001**	**1**	**0,0002**	1	0,81	**1**	**0,003**
Oui	**1,5 [1,3 ; 1,7]**		**1,3 [1,1 ; 1,5]**		1,0 [0,9 ; 1,2]		**1,2 [1,1 ; 1,4]**	
Au moins deux des trois recommandations								
Non	**1**	**<0,0001**	**1**	**0,007**	**1**	**0,02**	**1**	**0,01**
Oui	**1,4 [1,2 ; 1,7]**		**1,2 [1,1 ; 1,5]**		**1,2 [1,0 ; 1,4]**		**1,2 [1,0 ; 1,5]**	
Atteinte des recommandations sur l'activité physique et le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure								
Non	**1**	**<0,0001**	**1**	**0,001**	**1**	**<0,0001**	**1**	**<0,0001**
Oui	**2,0 [1,5 ; 2,5]**		**1,5 [1,2 ; 1,9]**		**2,1 [1,6 ; 2,7]**		**1,9 [1,5 ; 2,5]**	

Abréviations : SSE, Statut socioéconomique ; OMS, Organisation Mondiale de la Santé ; OR, Odds ratio ; IC, Intervalle de confiance

Tableau 7 : Associations entre le statut socioéconomique et l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années (n=3562)

	SSE[a]		**Sexe[b]**	
	OR [IC95%]	p	OR [IC95%]	p
Atteinte des recommandations sur l'activité physique à deux temps de mesure				
Recommandation de l'OMS				
Non	1	**<0,0001**	**1**	**<0,0001**
Oui	**0,7 [0,6 ; 0,8]**		**0,2 [0,2 ; 0,3]**	
Atteinte des recommandations sur le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure				
5 fruits et légumes par jour				
Non	1	0,58	**1**	**0,005**
Oui	0,9 [0,7 ; 1,2]		**1,4 [1,1 ; 1,8]**	
Moins de 4 produits sucrés par jour				
Non	1	0,08	**1**	**<0,0001**
Oui	0,9 [0,8 ; 1,0]		**1,9 [1,6 ; 2,2]**	
Pas de grignotage				
Non	**1**	**<0,0001**	1	0,39
Oui	**0,7 [0,6 ; 0,8]**		0,9 [0,8 ; 1,1]	
Au moins deux des trois recommandations				
Non	**1**	**0,003**	**1**	**0,0008**
Oui	**0,8 [0,6 ; 0,9]**		**1,3 [1,1 ; 1,6]**	
Atteinte des recommandations sur l'activité physique et le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure				
Non	**1**	**0,001**	**1**	**0,0002**
Oui	**0,6 [0,5 ; 0,8]**		**0,6 [0,5 ; 0,8]**	

[a] référence = élevé ; [b] référence = garçons

Abréviations : SSE, Statut socioéconomique ; OR , Odds Ratio ; IC, Intervalle de Confiance ; OMS , Organisation Mondiale de la Santé

Tableau 8 : Effets de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années dans l'association entre le statut socioéconomique, le sexe et la dimension physique de la qualité de vie des adolescents (n=3562)

	Effet total		**Effet direct naturel**		**Effet indirect naturel**		**Pourcentage par médiation**
	OR [IC 95%]	p	OR [IC 95%]	p	OR [IC 95%]	p	%
SSE							
Atteinte des recommandations sur l'activité physique à au moins deux temps de mesure							
Recommandations de l'OMS	**0,69 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,71 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,98 [1,0 ; 1,0]**	**0,009**	4,5
Atteinte des recommandations sur le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure							
Pas de grignotage	**0,70 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,72 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,97 [0,9 ; 1,0]**	**0,0009**	7,7
Au moins deux des trois recommandations	**0,69 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,70 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,98 [1,0 ; 1,0]**	**0,02**	4,8
Atteinte des recommandations sur l'activité physique et le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure	**0,68 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,70 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,95 [0,9 ; 1,0]**	**0,02**	13,2
SEXE							
Atteinte des recommandations sur l'activité physique à au moins deux temps de mesure							
Recommandations de l'OMS	**0,61 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,68 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,90 [0,8 ; 0,9]**	**0,0001**	17,2
Atteinte des recommandations sur le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure							
5 fruits et légumes par jour	**0,62 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,61 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	1,00 [1,0 ; 1,0]	0,21	-0,9
Moins de 4 produits sucrés par jour	**0,62 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,59 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**1,04 [1,0 ; 1,1]**	**0,0006**	-6,8
Au moins deux des trois recommandations	**0,61 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,59 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**1,03 [1,0 ; 1,0]**	**0,008**	-3,9
Atteinte des recommandations sur l'activité physique et le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure	**0,60 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,62 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,97 [0,9 ; 1,0]**	**0,005**	5,2

Abréviations : SSE, Statut socioéconomique ; OR, Odds Ratio ; IC, Intervalle de Confiance ; OMS, Organisation Mondiale de la Santé

Tableau 9 : Effets de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années dans l'association entre le statut socioéconomique, le sexe et la dimension mentale de la qualité de vie des adolescents (n=3562)

	Effet total		**Effet direct naturel**		**Effet indirect naturel**		**Pourcentage par médiation**
	OR [IC 95%]	p	OR [IC 95%]	p	OR [IC 95%]	p	%
SSE							
Atteinte des recommandations sur l'activité physique à au moins deux temps de mesure							
Recommandations de l'OMS	**0,69 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,71 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,97 [0,9 ; 1,0]**	**0,001**	6,7
Atteinte des recommandations sur le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure							
Pas de grignotage	**0,70 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,71 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,98 [1,0 ; 1,0]**	**0,008**	4,5
Au moins deux des trois recommandations	**0,70 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,71 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	0,99 [1,0 ; 1,0]	0,07	2,3
Atteinte des recommandations sur l'activité physique et le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure	**0,70 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,71 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,98 [1,0 ; 1,0]**	**0,04**	3,7
SEXE							
Atteinte des recommandations sur l'activité physique à au moins deux temps de mesure							
Recommandations de l'OMS	**0,69 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,73 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	0,95 [0,9 ; 1,1]	0,14	12,5
Atteinte des recommandations sur le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure							
5 fruits et légumes par jour	**0,70 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,69 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	1,01 [1,0 ; 1,0]	0,08	-2,3
Moins de 4 produits sucrés par jour	**0,70 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,69 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	1,01 [1,0 ; 1,1]	0,31	-2,6
Au moins deux des trois recommandations	**0,68 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,67 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**1,01 [1,0 ; 1,0]**	**0,04**	-2,7
Atteinte des recommandations sur l'activité physique et le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure	**0,68 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,69 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,98 [1,0 ; 1,0]**	**0,03**	3,8

Abréviations : SSE, Statut socioéconomique ; OR, Odds Ratio ; IC, Intervalle de Confiance ; OMS, Organisation Mondiale de la Santé

Tableau 10 : Effets de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années dans l'association entre le statut socioéconomique, le sexe et la dimension sociale de la qualité de vie des adolescents (n=3562)

	Effet total		**Effet direct naturel**		**Effet indirect naturel**		**Pourcentage par médiation**
	OR [IC 95%]	p	OR [IC 95%]	P	OR [IC 95%]	p	%
SSE							
Atteinte des recommandations sur l'activité physique à au moins deux temps de mesure							
Recommandations de l'OMS	**0,64 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,68 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,95 [0,9 ; 1,0]**	**0,0003**	10,1
Atteinte des recommandations sur le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure							
Pas de grignotage	**0,63 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,63 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	1,00 [1,0 ; 1,0]	0,66	0,4
Au moins deux des trois recommandations	**0,62 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,62 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	0,99 [1,0 ; 1,0]	0,08	1,5
Atteinte des recommandations sur l'activité physique et le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure	**0,61 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,63 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,97 [0,9 ; 1,0]**	**0,009**	5,5
SEXE							
Atteinte des recommandations sur l'activité physique à au moins deux temps de mesure							
Recommandations de l'OMS	**1,25 [1,1 ; 1,4]**	**0,005**	**1,64 [1,4; 1,9]**	**<0,0001**	**0,76 [0,7 ; 0,8]**	**<0,0001**	-155,5
Atteinte des recommandations sur le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure							
5 fruits et légumes par jour	**1,24 [1,1 ; 1,4]**	**0,009**	**1,21 [1,0 ; 1,4]**	**0,02**	**1,02 [1,0 ; 1,0]**	**0,03**	9,6
Moins de 4 produits sucrés par jour	**1,23 [1,0 ; 1,4]**	**0,02**	**1,20 [1,0 ; 1,4]**	**0,02**	**1,02 [1,0 ; 1,0]**	**0,04**	12,8
Au moins deux des trois recommandations	**1,22 [1,0 ; 1,4]**	**0,02**	**1,19 [1,0 ; 1,4]**	**0,03**	**1,02 [1,0 ; 1,0]**	**0,02**	11,4
Atteinte des recommandations sur l'activité physique et le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure	**1,18 [1,0 ; 1,4]**	**0,04**	**1,24 [1,1 ; 1,4]**	**0,01**	**0,96 [0,9 ; 1,0]**	**0,003**	-29,8

Abréviations : SSE, Statut socioéconomique ; OR, Odds Ratio ; IC, Intervalle de Confiance ; OMS, Organisation Mondiale de la Santé

Tableau 11 : Effets de l'atteinte des recommandations nutritionnelles pendant deux années dans l'association entre le statut socioéconomique, le sexe et la dimension générale de la qualité de vie des adolescents (n=3562)

	Effet total		**Effet direct naturel**		**Effet indirect naturel**		**Pourcentage par médiation**
	OR [IC 95%]	p	OR [IC 95%]	p	OR [IC 95%]	p	%
SSE							
Atteinte des recommandations sur l'activité physique à au moins deux temps de mesure							
Recommandations de l'OMS	**0,59 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,61 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,96 [0,9 ; 1,0]**	**0,0008**	5,5
Atteinte des recommandations sur le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure							
Pas de grignotage	**0,58 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,59 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,98 [1,0 ; 1,0]**	**0,02**	2,1
Au moins deux des trois recommandations	**0,58 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,59 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	0,99 [1,0 ; 1,0]	0,05	1,6
Atteinte des recommandations sur l'activité physique et le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure	**0,58 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,59 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,98 [0,9 ; 1,0]**	**0,02**	3,4
SEXE							
Atteinte des recommandations sur l'activité physique à au moins deux temps de mesure							
Recommandations de l'OMS	**0,61 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,74 [0,6 ; 0,8]**	**<0,0001**	**0,82 [0,8 ; 0,9]**	**<0,0001**	32,9
Atteinte des recommandations sur le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure							
5 fruits et légumes par jour	**0,60 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,60 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	1,01 [1,0 ; 1,0]	0,09	-1,4
Moins de 4 produits sucrés par jour	**0,60 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,58 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**1,02 [1,0 ; 1,0]**	**0,04**	-3,5
Au moins deux des trois recommandations	**0,58 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,58 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**1,01 [1,0 ; 1,0]**	**0,03**	-1,9
Atteinte des recommandations sur l'activité physique et le comportement alimentaire à au moins deux temps de mesure	**0,58 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,60 [0,5 ; 0,7]**	**<0,0001**	**0,97 [0,9 ; 1,0]**	**0,006**	4,5

Abréviations : SSE, Statut socioéconomique ; OR, Odds Ratio ; IC, Intervalle de Confiance ; OMS, Organisation Mondiale de la Santé

Synthèse des résultats de l'axe 3

- Les adolescents de SSE faible ou moyen ont une corpulence plus élevée, un score de qualité de vie plus faible et moins tendance à atteindre les recommandations nutritionnelles que ceux de SSE élevé.
- Les filles ont une corpulence moins élevée, globalement une moins bonne qualité de vie, atteignent moins de recommandations en termes d'activité physique et plus de recommandations en termes de comportement alimentaire que les garçons.
- L'atteinte des recommandations nutritionnelles est associée à une corpulence élevée des adolescents (causalité inverse). Le fait que les adolescents de SSE élevé/ les filles atteignent davantage de recommandations en termes de comportement alimentaire que ceux de SSE faible ou moyen/ les garçons diminue les inégalités de corpulence.
- L'atteinte des recommandations nutritionnelles est associée à une meilleure qualité de vie des adolescents et pourrait expliquer jusqu'à 13% des inégalités sociales de qualité de vie et près de 33% des inégalités de qualité de vie entre garçons et filles.

4. Partie 4 : Discussion

4.1. Synthèse des résultats

Les différents travaux de recherche réalisés dans le cadre de cette thèse ont permis de fournir des éléments de compréhension sur les liens entre les modes de vie, précisément entre l'activité physique, les comportements sédentaire et alimentaire, et les ISS à l'adolescence. Ces éléments ont été obtenus au travers de trois axes de recherche.

4.1.1. Axe 1 : Description des modes de vie et répartition en fonction du milieu social des adolescents

Les travaux de cet axe ont permis de mettre en évidence des inégalités sociales de comportements à l'adolescence.

Globalement, plus les adolescents étaient issus de SSE élevés, plus leur pratique d'activité physique (surtout intense) était importante, traduisant l'existence d'un gradient social d'activité physique ainsi que le caractère multidimensionnel de ce comportement. Cette association n'était pas retrouvée pour le comportement sédentaire et souligne la distinction qui doit être faite entre l'activité physique et le comportement sédentaire. Du fait de leur association avec le gradient social de corpulence (près de 15%), l'activité physique et le comportement sédentaire apparaissent comme des leviers potentiels de réduction des inégalités sociales de corpulence.

La prise en compte simultanée de l'activité physique, du comportement sédentaire et du comportement alimentaire a permis de révéler cinq profils nutritionnels qui différaient essentiellement en termes de comportement alimentaire et d'activité physique. Ce résultat témoigne de la variabilité des comportements à l'adolescence et confirme le fait que l'activité physique diffère du comportement sédentaire. Le phénomène de causalité inverse observé suggère que les adolescents sont capables d'adapter leurs comportements à leur corpulence.

L'existence de différences sociales dans les profils identifiés (plus le SSE est élevé, plus l'alimentation est équilibrée) et dans leurs évolutions (les comportements évoluent plus défavorablement chez les adolescents de faible SSE que de SSE élevé) est un argument de la prise en compte du milieu social dans les actions de réduction des inégalités sociales de corpulence

En mettant en exergue une inégale répartition des comportements liés à la corpulence en fonction du SSE des adolescents, l'ensemble des résultats suggère que les différences sociales soient prises en compte dans le cadre d'intervention de prévention et de réduction de la prévalence du surpoids et de l'obésité. Si de telles différences ne sont pas prises en compte, les bénéfices d'une intervention pourraient être plus importants chez les adolescents de SSE plus élevés que chez ceux de SSE plus faibles. Il pourrait ainsi en résulter une aggravation des inégalités sociales de corpulence. Il apparait donc nécessaire d'évaluer l'impact d'interventions de santé publique sur l'évolution des inégalités sociales de corpulence. C'est dans ce contexte qu'ont été réalisés les travaux de l'axe 2.

4.1.2. Axe 2 : Efficacité d'une intervention de santé publique sur la réduction des inégalités sociales de santé

L'utilisation de critères perceptuel et objectif ont permis de soulever plusieurs points quant à l'efficacité d'une intervention de santé publique sur la réduction des inégalités sociales de corpulence à l'adolescence.

Le premier fait référence à l'approche à utiliser pour réduire les inégalités sociales de corpulence. Il a été mis en évidence un gradient social de corpulence parmi les adolescents qui ont participé à l'essai PRALIMAP. L'analyse des données n'a pas permis de mettre en évidence que ce gradient diminuait ou s'aggravait au cours de l'intervention. L'approche universelle (i.e. qui ne tient pas compte du milieu social) appliquée dans l'essai PRALIMAP apparait donc

comme inadaptée pour réduire les inégalités sociales de corpulence à l'adolescence. Dans cette perspective, une approche universelle (i.e. tous les adolescents en bénéficient) et proportionnée (i.e. les modalités et l'intensité de l'intervention varie suivant les besoins des adolescents) semble plus pertinente.

Le second est en lien avec la satisfaction corporelle des adolescents. Près de 75% présentaient une évolution de la satisfaction corporelle qui divergeait de celle de la corpulence. Ceci pourrait avoir pour conséquence de diminuer le maintien à long terme des comportements des adolescents, et donc l'efficacité à long terme de l'intervention. Les résultats ont permis de mettre en évidence que les adolescents de SSE élevé étaient plus divergents que ceux de faible SSE. Ceci suggère que les adolescents de SSE élevé portent plus d'importance à leur image corporelle que ceux de faible SSE. Il pourrait donc exister des différences sociales dans le maintien à long terme des comportements.

Ces résultats soulignent l'importance de la prise en compte du milieu social dans une intervention qui vise à réduire les ISS à l'adolescence en agissant sur les comportements favorables à la santé. Il est néanmoins primordial de comprendre les mécanismes qui peuvent être impliqués dans ce type d'intervention. Notamment quel est le rôle joué par les comportements comme l'activité physique et le comportement alimentaire. L'axe 3 visait à répondre à ces questions.

4.1.3. Axe 3 : Effets médiateurs des modes de vie sur les inégalités sociales de santé

Les résultats préliminaires ont permis de mettre en lumière des liens entre les modes de vie et les inégalités sociales de corpulence et de qualité de vie à l'adolescence.

L'analyse des données a montré que les adolescents de SSE faible ou moyen avaient une corpulence plus élevée, un score de qualité de vie plus faible et moins tendance à atteindre les recommandations nutritionnelles que ceux de SSE élevé. De plus, les filles avaient une corpulence moins élevée, globalement une moins bonne qualité de vie, atteignaient moins de recommandations en termes d'activité physique et plus de recommandations en termes de comportement alimentaire que les garçons. Ces résultats sont cohérents avec la littérature et justifient la prise en compte du milieu social et du sexe pour agir sur les comportements et réduire les inégalités sociales de corpulence et de qualité de vie à l'adolescence.

Contrairement à ce qui peut être trouvé dans la littérature (4,136), l'atteinte des recommandations nutritionnelles était associée à une corpulence élevée des adolescents. De la même manière que pour des résultats de l'axe 1, ceci suggère un phénomène de causalité inverse : les adolescents adapteraient leurs comportements pour agir sur leur corpulence. De plus, les résultats des analyses de médiation montraient que le fait que les adolescents de SSE élevé/ les filles atteignaient davantage de recommandations en termes de comportement alimentaire que ceux de SSE faible ou moyen/ les garçons diminuerait les inégalités de corpulence. Ces résultats inattendus pourraient être dû au phénomène de causalité inverse et cette hypothèse méritera d'être investiguée.

L'atteinte des recommandations en termes d'activité physique et de comportement alimentaire était associée à une meilleure qualité de vie des adolescents et pourrait expliquer jusqu'à 13% des inégalités sociales de qualité de vie et près de 33% des inégalités de qualité de vie entre garçons et filles. L'activité physique et le comportement alimentaire pourraient ainsi être des leviers importants de réduction des inégalités sociales de qualité de vie à l'adolescence.

4.2. Forces et limites

Les résultats résumés ci-dessus doivent être interprétés en tenant compte de plusieurs forces et limites.

4.2.1. Forces

La principale force de cette thèse réside dans les bases de données des essais PRALIMAP et PRALIMAP-INES qui ont été utilisées pour réaliser les travaux de recherche. Ces bases de données étaient conséquentes en termes d'effectif (plusieurs milliers d'adolescents), rendant les estimations relativement précises, et en termes de variables recueillies, permettant l'investigation de plusieurs hypothèses de recherche. Notamment, des données longitudinales (sur deux années) étaient disponibles sur les caractéristiques sociodémographiques (e.g. âge, sexe, SSE), les dimensions de l'activité physique (e.g. la fréquence, la durée, l'intensité), du comportement sédentaire (e.g. la semaine, le week-end, pendant l'école, les transports), le comportement alimentaire (e.g. la fréquence de consommation de fruits et légumes, de produits sucrés), plusieurs indicateurs de la corpulence (e.g. l'IMC, le z-score de l'IMC, le statut pondéral) et plusieurs dimensions de la qualité de vie (e.g. physique, mentale, sociale). Le caractère longitudinal des données a également rendu possible l'analyse de l'évolution des comportements et des ISS à l'adolescence

Une autre force concerne le fait d'avoir adapté plusieurs modèles statistiques aux questions de recherche, permettant ainsi d'étudier la complexité des associations entre les comportements, le SSE et la corpulence/qualité de vie des adolescents. Les modèles de régression linéaire et mixte ont permis de mettre en évidence des gradients sociaux de comportement et de corpulence et d'étudier leurs évolutions, l'analyse de transition latente avait l'avantage de pouvoir prendre en compte l'interdépendance des comportements nutritionnels, et les mécanismes impliqués dans les inégalités sociales de corpulence et de qualité de vie ont pu être investigués en réalisant des analyses de médiation par l'approche contrefactuelle.

4.2.2. Limites

Premièrement, les comportements ont été mesurés avec des auto-questionnaires. Ces outils de mesure sont communément utilisés pour recueillir des données dans le cadre de recherches épidémiologiques mais sont souvent critiqués en raison de leurs limites (e.g. éventuelle incompréhension des items) et des biais (e.g. désirabilité sociale, mémorisation) qu'ils peuvent induire (137–141). Les questionnaires font partie des mesures dites subjectives ou perceptuelles et sont souvent opposés aux mesures dites objectives qui permettent de mesurer directement un comportement (e.g. accéléromètre) et qui seraient plus sensibles et précises (64,142,143). Malgré les limites et biais des mesures perceptuelles, elles ont l'avantage d'être moins coûteuses, plus rapides et moins intrusives que les mesures objectives (144). Par exemple, dans le cas d'études comprenant plusieurs centaines ou milliers d'individus, fournir un accéléromètre à l'ensemble des participants nécessiterait la mise en place d'une importante logistique, entrainerait un allongement de la durée des études et une augmentation notable des coûts financiers.

Deuxièmement, comme souvent rencontrées dans les études similaires à celles que nous avons réalisées, il y avait des données manquantes. Lors de l'analyse des données, les observations manquantes n'étaient pas prises en compte dans les modèles statistiques transversaux et longitudinaux. Les estimations pouvaient ainsi être sous-estimées ou surestimées suivant l'indicateur utilisé. Par exemple, le fait que les non répondants soient principalement issus de faible SSE pourrait surestimer la consommation de fruits et légumes (les adolescents de SSE élevé en consomment globalement plus). Néanmoins la comparaison des adolescents inclus et exclus des analyses permettait de mettre en évidence de potentiels biais de sélection dans les différents travaux réalisés pour en tenir compte dans l'interprétation des résultats.

Troisièmement, même si les données sont issues d'essais randomisés, les analyses ont été réalisées en situation observationnelle dans laquelle il peut exister des facteurs de confusion. Ceci peut aboutir à des estimations biaisées. Pour pallier à ce problème les facteurs de confusion fréquemment rencontrés dans les études (e.g. l'âge, le sexe) ont été pris en compte en ajustant sur ces facteurs dans les analyses multivariées. Des analyses en sous-groupes ont également été réalisées suivant les modalités des facteurs de confusion (e.g. chez les garçons et chez les filles). Également, les associations mises en évidence dans l'axe 1 et l'axe 2 ne suffisent pas, en situation observationnelle, à affirmer la nature causale de ces dernières. Toutefois, l'approche contrefactuelle utilisée dans l'axe 3 fournit des arguments sur l'existence de relations causales entre le SSE, les modes de vie et la santé.

5. Partie 5 : Perspectives

5.1. Perspectives de recherche

5.1.1. Tempérament lié au comportement alimentaire, à la pratique d'activité physique et au comportement sédentaire, et statut socioéconomique

Les comportements des individus peuvent être influencés par leurs tempéraments. La notion de tempérament fait référence à la disposition d'un individu à réaliser un comportement et réunit trois critères : une apparition ontogénique précoce (i.e. dès le plus jeune âge), une relative stabilité dans le temps et des manifestations biologiques associées (e.g. l'appétit) (145). Il apparait intéressant d'évaluer et de mesurer le tempérament lié au comportement alimentaire, à l'activité physique et au comportement sédentaire d'un individu pour étudier son impact sur la santé. De plus, le tempérament pourrait varier suivant le SSE des individus. Si, contrairement à des individus de SSE élevé, ceux de faible SSE ont un tempérament orienté vers une alimentation déséquilibrée et une faible pratique d'activité physique, ceci pourrait être mis en lien avec les ISS et fournir des éléments importants de compréhension quant à la construction et l'évolution de telles inégalités.

Dans ce contexte, la création d'un questionnaire permettant de mesurer le tempérament lié au comportement alimentaire, à la pratique d'activité physique et au comportement sédentaire est en cours de création dans le cadre d'une étude réalisée au sein de l'EA 4360 APEMAC. Les questionnaires ainsi créés permettront de réaliser des travaux de recherche sur les liens entre le tempérament lié à ces comportements, et les ISS.

5.1.2. Efficacité à long-terme des interventions de réduction des inégalités sociales de corpulence

Les résultats de l'essai PRALIMAP-INES ont montré qu'il était possible de réduire les inégalités sociales de corpulence à l'adolescence, particulièrement chez les filles, en appliquant une approche universelle et proportionnée (129). Cependant, et comme de nombreuses interventions de prévention du surpoids et de l'obésité qui visent à développer des comportements favorables à la santé, la question de l'efficacité à long terme des interventions demeure (146,147). Plus précisément, si les adolescents de faible SSE ne maintiennent pas les comportements favorables acquis au cours d'une intervention et qui peuvent avoir permis de réduire les inégalités sociales de corpulence, l'intervention pourrait être inefficace sur le long terme. Etant donné que les comportements développés lors de l'adolescence ont une forte probabilité de persister à l'âge adulte (24,25), il est important d'évaluer comment ils évoluent à la suite d'une intervention de réduction des inégalités sociales de corpulence, et d'identifier les facteurs (e.g. psychosociaux, socio-économiques) pouvant influencer durablement ces évolutions. Les résultats de ce travail pourront permettre d'adapter les interventions de réduction des inégalités sociales de corpulence réalisées à l'adolescence de manière à optimiser leur efficacité sur le long terme. L'étude pilote d'un projet de recherche traitant de cette perspective est en cours au sein de l'EA 4360 APEMAC.

5.1.3. Crise du coronavirus, modes de vie et inégalités sociales de santé

La récente pandémie de la maladie à coronavirus 2019 a conduit de nombreux adolescents à modifier leurs comportements. En raison du confinement, les adolescents passaient la plupart de leur temps à domicile avec moins d'opportunités pour pratiquer une activité physique (e.g. sports en équipe) mais à l'opposé beaucoup plus d'occasions pour adopter un comportement sédentaire (e.g. regarder la télévision ou des écrans assis) et avoir une alimentation déséquilibrée (e.g. tentation exacerbée pour le grignotage) (148,149). Ces comportements

peuvent avoir été modifiés différemment suivant le SSE des adolescents. Ceux de SSE élevés pourraient, dans une plus grande mesure que ceux de faibles SSE, disposer des ressources nécessaires à la pratique d'activité physique, à un comportement sédentaire limité (e.g. environnement, jardin, matériel et machine de sport personnels, grand logement), et à une alimentation équilibrée (e.g. littératie en santé et pouvoir d'achat des parents) (34). Les facteurs psychosociaux (e.g. encouragement par les proches) pourraient également modifier différemment les comportements des adolescents en période de confinement suivant leur SSE (150–153). La levée du confinement n'a pas été le synonyme d'un retour à la vie « d'avant » la crise du coronavirus et requiert également d'adapter ses comportements avec d'éventuelles différences entre SSE.

Que ce soit pendant ou après le confinement, l'ensemble des éléments décrits pourraient conduire à des évolutions différentielles des comportements des adolescents en fonction de leur SSE, et aboutir à une aggravation des inégalités sociales de pratique d'activité physique, des comportements sédentaires et alimentaires, et de santé plus généralement. Il apparait donc important d'évaluer l'impact de la crise du coronavirus sur l'évolution des ISS à l'adolescence pendant et après le confinement, et d'identifier les mécanismes qui interviendraient dans ce processus.

5.2. Perspective de santé publique

5.2.1. L'approche « *lifecourse* » pour réduire les inégalités sociales de santé tout au long de la vie

Les ISS sont présentes dès le plus jeune âge et persistent également après l'adolescence, jusqu'au grand âge. Les comportements et donc l'état de santé des individus seraient ainsi associés à leur SSE à chaque étape de la vie (154). Par ailleurs, le SSE auquel un individu est exposé dès la naissance peut avoir un impact sur la santé à l'adolescence puis à l'âge adulte

(154,155). Il apparait donc important de prendre en compte le milieu social des individus à tout âge, c'est à dire avec une approche « *lifecourse* », pour réduire les ISS (155).

Pour ce faire, il est nécessaire d'identifier les modalités d'interventions (e.g. milieu pour réaliser des actions, leviers à utiliser et obstacles à lever) qui peuvent être utilisés à chaque étape de la vie. Effectivement, il semble compliqué d'agir de la même manière chez les enfants et adolescents, que chez les nouveaux-nés ou les adultes. Par exemple, le fait de réaliser des interventions en milieu scolaire est un bon moyen d'agir sur les comportements des enfants et adolescents, en tenant compte des différences sociales, du fait qu'ils y passent une grande partie de leur temps et du caractère obligatoire de l'école. Ce type d'intervention est toutefois difficilement transposable aux nouveaux-nés ou aux adultes et il devient donc difficile de toucher le plus grand nombre d'individus et d'adapter les interventions à leur SSE. L'identification des modalités d'interventions spécifiques à chaque étape cruciale de la vie est donc nécessaire et permettrait ainsi d'adopter une approche « *lifecourse* » de réduction des ISS (156).

5.2.2. Agir sur les « causes des causes » des inégalités sociales de santé

Etant donné que la stratification des sociétés (e.g. le SSE) est générée par les déterminants structurels, la réduction des ISS à l'adolescence pourrait se faire en agissant également sur ces déterminants. Cela se ferait donc par une modification globale du contexte socioéconomique et politique d'un pays. L'OMS souligne l'importance d'intégrer la santé (e.g. la réduction des ISS) comme objectif de toutes les politiques publiques (157). Plus précisément, il s'agit d'une approche intersectorielle des politiques publiques qui tient compte systématiquement des conséquences sanitaires des décisions, qui recherche des synergies et qui évite les conséquences néfastes pour la santé afin d'améliorer la santé de la population et l'équité en santé (157,158). Cette approche renvoie ainsi aux actions menées par d'autres secteurs que celui de la santé (e.g.

le logement, l'aménagement urbain, l'éducation), en collaboration ou pas avec le secteur de la santé, et qui visent des résultats de santé (159).

Même si l'intersectorialité est préconisée depuis une dizaine d'année par l'OMS pour agir sur les ISS, ce n'est que récemment que la France a orienté ses politiques en ce sens, notamment avec la Stratégie Nationale de Santé 2018-2022 (34,160,161). D'ailleurs, le PNNS actuel (2019-2023) s'inscrit parfaitement dans cette stratégie et s'articule avec d'autres plans qui le complète (e.g. le programme national pour l'alimentation 2019-2023) (69,162). Dans une perspective de réduction des inégalités sociales de santé à l'adolescence les efforts doivent donc être maintenus dans cette direction. Néanmoins, l'efficacité de ce nouveau contexte politique nécessite toutefois d'être évaluée, et les dysfonctionnements potentiels d'être identifiés, de manière à ajuster et optimiser les politiques, plans et programmes mis en place.

Conclusion

Les travaux de recherche réalisés dans le cadre de cette thèse confirment l'existence à l'adolescence d'inégalités sociales d'activité physique, de comportement alimentaire et dans une moindre mesure, de comportement sédentaire. Également, les résultats soulignent le caractère primordial de la prise en compte des différences sociales dans les interventions qui visent à développer des comportements favorables pour prévenir et réduire les inégalités sociales de santé à l'adolescence. Notamment, les interventions pourraient adopter une approche universelle (i.e. tous les adolescents en bénéficient) et proportionnée (i.e. les modalités et l'intensité de l'intervention varie suivant les besoins des adolescents) dont l'efficacité a été démontrée dans l'essai PRALIMP-INES. Par ailleurs, les résultats suggèrent que les comportements, notamment l'activité physique et le comportement alimentaire, pourraient être utilisés comme des leviers importants de réduction des inégalités sociales de santé à l'adolescence.

Références

1. Cambois E, Laborde C, Robine J-M. La double peine des ouvriers : plus d'années d'incapacité au sein d'une vie plus courte. Rev Epidemiol Sante Publique. 2008;56:S367.

2. Bambra C. Health inequalities and welfare state regimes: theoretical insights on a public health 'puzzle'. J Epidemiol Community Health. 2011;65:740‑5.

3. Warburton DER, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews. Curr Opin Cardiol. sept 2017;32(5):541‑56.

4. Janssen I, Leblanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. Int J Behav Nutr Phys Act. 11 mai 2010;7:40.

5. Carson V, Hunter S, Kuzik N, Gray CE, Poitras VJ, Chaput J-P, et al. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update. Appl Physiol Nutr Metab. juin 2016;41(6 (Suppl. 3)):S240‑65.

6. GBD 2017 Diet Collaborators. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. mai 2019;393(10184):1958‑72.

7. Galbete C, Schwingshackl L, Schwedhelm C, Boeing H, Schulze MB. Evaluating Mediterranean diet and risk of chronic disease in cohort studies: an umbrella review of meta-analyses. Eur J Epidemiol. oct 2018;33(10):909‑31.

8. Davis C, Bryan J, Hodgson J, Murphy K. Definition of the Mediterranean Diet; A Literature Review. Nutrients. 5 nov 2015;7(11):9139‑53.

9. Moor I, Richter M, Ravens-Sieberer U, Ottová-Jordan V, Elgar FJ, Pförtner T-K. Trends in social inequalities in adolescent health complaints from 1994 to 2010 in Europe, North America and Israel: The HBSC study. Eur J Public Health. 2015;25:57‑60.

10. Rajmil L, Ravens-Sieberer U, Erhart M, Alonso J, The European KIDSCREEN group. Socioeconomic inequalities in mental health and health-related quality of life (HRQOL) in children and adolescents from 11 European countries. Int J Public Health. févr 2014;59(1):95‑105.

11. Poulain T, Vogel M, Sobek C, Hilbert A, Körner A, Kiess W. Associations Between Socio-Economic Status and Child Health: Findings of a Large German Cohort Study. Int J Environ Res Public Health. 26 févr 2019;16(5):677.

12. Barriuso L, Miqueleiz E, Albaladejo R, Villanueva R, Santos JM, Regidor E. Socioeconomic position and childhood-adolescent weight status in rich countries: a systematic review, 1990–2013. BMC Pediatr. 2015;15:129.

13. Drewnowski A. Obesity, diets, and social inequalities. Nutr Rev. 1 mai 2009;67(S1):S36‑9.

14. Thibault H, Contrand B, Saubusse E, Baine M, Maurice-Tison S. Risk factors for overweight and obesity in French adolescents: Physical activity, sedentary behavior and parental characteristics. Nutrition. 2010;26(2):192‑200.

15. Verdot C, Torres M, Salanave B, Deschamps V. Corpulence des enfants et des adultes en France métropolitaine en 2015. Résultats de l'étude Esteban et évolution depuis 2006. Bull Epidémiol Hebd. 2017;13:234‑41.

16. Weinberg D, Stevens GWJM, Duinhof EL, Finkenauer C. Adolescent Socioeconomic Status and Mental Health Inequalities in the Netherlands, 2001–2017. Int J Environ Res Public Health. 26 sept 2019;16(19):3605.

17. Inchley J, Currie D, Jewell J, Breda J, Barnekow V. Adolescent obesity and related behaviours: trends and inequalities in the WHO European Region, 2002–2014. Observations from the Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) WHO collaborative cross-national study. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2017.

18. Chung A, Backholer K, Wong E, Palermo C, Keating C, Peeters A. Trends in child and adolescent obesity prevalence in economically advanced countries according to socioeconomic position: a systematic review. Obes Rev. mars 2016;17(3):276‑95.

19. Bann D, Johnson W, Li L, Kuh D, Hardy R. Socioeconomic inequalities in childhood and adolescent body-mass index, weight, and height from 1953 to 2015: an analysis of four longitudinal, observational, British birth cohort studies. Lancet Public Health. avr 2018;3(4):e194‑203.

20. Frederick CB, Snellman K, Putnam RD. Increasing socioeconomic disparities in adolescent obesity. Proc Natl Acad Sci U S A. 28 janv 2014;111(4):1338‑42.

21. Elgar FJ, Pförtner T-K, Moor I, De Clercq B, Stevens GWJM, Currie C. Socioeconomic inequalities in adolescent health 2002–2010: a time-series analysis of 34 countries participating in the Health Behaviour in School-aged Children study. The Lancet. mai 2015;385(9982):2088‑95.

22. Due P, Krølner R, Rasmussen M, Andersen A, Trab Damsgaard M, Graham H, et al. Pathways and mechanisms in adolescence contribute to adult health inequalities. Scand J Public Health. mars 2011;39(6_suppl):62‑78.

23. Raphael D. Adolescence as a gateway to adult health outcomes. Maturitas. juin 2013;75(2):137‑41.

24. Singh AS, Mulder C, Twisk JWR, Van Mechelen W, Chinapaw MJM. Tracking of childhood overweight into adulthood: a systematic review of the literature. Obes Rev. 2008;9(5):474‑88.

25. Telama R. Tracking of Physical Activity from Childhood to Adulthood: A Review. Obes Facts. 2009;2(3):187‑95.

26. Hayes G, Dowd KP, MacDonncha C, Donnelly AE. Tracking of Physical Activity and Sedentary Behavior From Adolescence to Young Adulthood: A Systematic Literature Review. J Adolesc Health. oct 2019;65(4):446‑54.

27. Azevedo MR, Araújo CL, Silva MC da, Hallal PC. Tracking of physical activity from adolescence to adulthood: a population-based study. Rev Saúde Pública. févr 2007;41(1):69‑75.

28. Movassagh E, Baxter-Jones A, Kontulainen S, Whiting S, Vatanparast H. Tracking Dietary Patterns over 20 Years from Childhood through Adolescence into Young Adulthood: The Saskatchewan Pediatric Bone Mineral Accrual Study. Nutrients. 8 sept 2017;9(9):990.

29. Appannah G, Murray K, Trapp G, Oddy WH, Ambrosini GL. Dietary pattern trajectories across adolescence and young adulthood and their determinants. Phys Med Rehab. 8 févr 2020;

30. Lake AA, Mathers JC, Rugg-Gunn AJ, Adamson AJ. Longitudinal change in food habits between adolescence (11–12 years) and adulthood (32–33 years): the ASH30 Study. J Public Health. 1 mars 2006;28(1):10‑6.

31. Whitehead M, Dahlgren G. Concepts and principles for tackling social inequities in health: Levelling Up Part 1. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe; 2006.

32. OMS | Constitution de l'OMS: ses principes [Internet]. WHO. World Health Organization; [cité 25 mars 2020]. Disponible sur: http://www.who.int/about/mission/fr/

33. OMS | Déterminants sociaux de la santé [Internet]. WHO. World Health Organization; [cité 26 mars 2020]. Disponible sur: https://www.who.int/social_determinants/fr/

34. OMS | Commission des déterminants sociaux de la santé - rapport final [Internet]. WHO. World Health Organization; [cité 26 mars 2020]. Disponible sur: https://www.who.int/social_determinants/thecommission/finalreport/fr/

35. Marmot M. Fair Society, Healthy Lives: A Strategic Review of Health Inequalities in England Post-2010. London: Marmot Review. [Internet]. 2010. Disponible sur: http://www.instituteofhealthequity.org/resources-reports/fair-society-healthy-lives-the-marmot-review

36. Combler le fossé : De la politique à l'action sur les déterminants sociaux de la santé [Internet]. Brésil: Organisation Mondiale de la Santé; 2011. Disponible sur: https://www.who.int/sdhconference/discussion_paper/Discussion-Paper-FR.pdf?ua=1

37. Moquet M-J. Inégalités sociales de santé : des déterminants multiples. Santé Homme. 2008;(397):17‑9.

38. Marmot M. The status syndrome: how social standing affects our health and longevity. London: Bloomsbury Publishing Plc; 2004.

39. Les démarches ciblées et universelles en matière d'équité en santé : Parlons-en [Internet]. Centre de collaboration nationale des déterminants de la santé; 2013. Disponible sur: http://nccdh.ca/fr/resources/entry/lets-talk-universal-and-targeted-approaches

40. Universalisme proportionné : lutte contre les inégalités sociales de santé dès la petite enfance [Internet]. [cité 14 avr 2020]. Disponible sur: http://www.villes-sante.com/wp-content/uploads/brochure_PVS13_universalisme-proportionne_juin2017.pdf

41. Séminaire d'échanges entre acteurs « Partageons nos expériences pour agir sur les inégalités sociales de santé » [Internet]. 2015 [cité 14 avr 2020]. Disponible sur: https://www.sfsp.fr/content-page/item/2971-seminaire-d-echanges-entre-acteurs-partageons-nos-experiences-pour-agir-sur-les-inegalites-sociales-de-sante

42. Trovato GM. Behavior, nutrition and lifestyle in a comprehensive health and disease paradigm: skills and knowledge for a predictive, preventive and personalized medicine. EPMA J. déc 2012;3(1):8.

43. Lifestyle definition and meaning [Internet]. Collins English Dictionary. [cité 28 janv 2020]. Disponible sur: https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/lifestyle

44. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. Public Health Rep. 1985;100:126‑31.

45. Activité physique : Contextes et effets sur la santé. Paris: Les éditions Inserm; 2008. 811 p.

46. Physical activity [Internet]. [cité 27 mars 2020]. Disponible sur: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity

47. Barisic A, Leatherdale ST, Kreiger N. Importance of frequency, intensity, time and type (FITT) in physical activity assessment for epidemiological research. Can J Public Health. juin 2011;102(3):174‑5.

48. Tremblay MS, Aubert S, Barnes JD, Saunders TJ, Carson V, Latimer-Cheung AE, et al. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) – Terminology Consensus Project process and outcome. Int J Behav Nutr Phys Act. déc 2017;14(1):1‑17.

49. Aubert S. An Overview of Scientific-Based Knowledge on Sedentary Behaviour Among the Pediatric Population - A Conceptual Model Development. Rev Interdiscip Sci Santé - Interdiscip J Health Sci. 21 mars 2018;7(1):16‑26.

50. Tremolieres J, Serville Y, Jacquot R, Dupin H. MANUEL D'ALIMENTATION HUMAINE : TOME 1 - LES BASES DE L'ALIMENTATION. 10e éd. Paris: E.S.F; 1984. 557 p.

51. LaCaille L, Patino-Fernandez AM, Monaco J, Ding D, Upchurch Sweeney CR, Butler CD, et al. Eating Behavior. In: Gellman MD, Turner JR, éditeurs. Encyclopedia of Behavioral Medicine [Internet]. New York, NY: Springer New York; 2013 [cité 7 juin 2020]. p. 641‑2. Disponible sur: http://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-1005-9_1613

52. Stok FM, Renner B, Allan J, Boeing H, Ensenauer R, Issanchou S, et al. Dietary Behavior: An Interdisciplinary Conceptual Analysis and Taxonomy. Front Psychol. 2018;9.

53. OMS | Qu'entend-on par activité physique modérée ou intense? [Internet]. [cité 22 nov 2016]. Disponible sur: http://www.who.int/dietphysicalactivity/physical_activity_intensity/fr/

54. Jetté M, Sidney K, Blümchen G. Metabolic equivalents (METS) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. Clin Cardiol. août 1990;13(8):555‑65.

55. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR, Tudor-Locke C, et al. 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. Med Sci Sports Exerc. août 2011;43(8):1575‑81.

56. Compendium of Physical Activities [Internet]. [cité 30 mars 2020]. Disponible sur: https://sites.google.com/site/compendiumofphysicalactivities/home

57. Norton K, Norton L, Sadgrove D. Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. J Sci Med Sport. sept 2010;13(5):496‑502.

58. Prince SA, LeBlanc AG, Colley RC, Saunders TJ. Measurement of sedentary behaviour in population health surveys: a review and recommendations. PeerJ. 11 déc 2017;5:e4130.

59. Owen N, Sugiyama T, Eakin EE, Gardiner PA, Tremblay MS, Sallis JF. Adults' Sedentary Behavior Determinants and Interventions. Am J Prev Med. août 2011;41(2):189‑96.

60. Inégalités sociales de santé en lien avec l'alimentation et l'activité physique [Internet]. [cité 30 mars 2020]. Disponible sur: http://www.ipubli.inserm.fr/handle/10608/6515

61. Sylvia LG, Bernstein EE, Hubbard JL, Keating L, Anderson EJ. Practical Guide to Measuring Physical Activity. J Acad Nutr Diet. févr 2014;114(2):199‑208.

62. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International Physical Activity Questionnaire: 12-country Reliability and Validity. Med Sci Sports Exerc. 1 août 2003;35(8):1381‑95.

63. IPAQ scoring protocol - International Physical Activity Questionnaire [Internet]. [cité 7 sept 2018]. Disponible sur: https://sites.google.com/site/theipaq/scoring-protocol

64. Naska A, Lagiou A, Lagiou P. Dietary assessment methods in epidemiological research: current state of the art and future prospects. F1000Research. 16 juin 2017;6:926.

65. Outils - Evalin [Internet]. [cité 31 mars 2020]. Disponible sur: http://www.evaluation-nutrition.fr/outils.html

66. OMS | Recommandations mondiales en matière d'activité physique pour la santé [Internet]. WHO. World Health Organization; [cité 1 avr 2020]. Disponible sur: https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/fr/

67. Canadian Society for Exercise Physiology - Home [Internet]. [cité 14 avr 2020]. Disponible sur: https://www.csep.ca/home

68. Division AGD of HPH. Australia's Physical Activity and Sedentary Behaviour Guidelines and the Australian 24-Hour Movement Guidelines [Internet]. Australian Government Department of Health; [cité 14 avr 2020]. Disponible sur: https://www1.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/health-pubhlth-strateg-phys-act-guidelines

69. Lancement du 4ème Programme national nutrition santé 2019-2023 - Ministère des Solidarités et de la Santé [Internet]. [cité 13 déc 2019]. Disponible sur: https://solidarites-sante.gouv.fr/actualites/presse/communiques-de-presse/article/lancement-du-4eme-programme-national-nutrition-sante-2019-2023

70. Actualisation des repères du PNNS - Révisions des repères relatifs à l'activité physique et à la sédentarité. Anses; 2016 p. 584.

71. Adolescents | Manger Bouger [Internet]. [cité 27 juin 2020]. Disponible sur: https://www.mangerbouger.fr/Bouger-plus/Bougez-plus-a-tout-age/Adolescents

72. OMS | Une alimentation saine [Internet]. WHO. World Health Organization; [cité 1 avr 2020]. Disponible sur: https://www.who.int/dietphysicalactivity/diet/fr/

73. National Research Council, Institute of Medicine Forum on Adolescence, Kipke M. Adolescence: A Time of Opportunity and Risk [Internet]. Risks and Opportunities: Synthesis of Studies on Adolescence. National Academies Press (US); 1999 [cité 3 avr 2020]. Disponible sur: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK225165/

74. Sawyer SM, Afifi RA, Bearinger LH, Blakemore S-J, Dick B, Ezeh AC, et al. Adolescence: a foundation for future health. The Lancet. avr 2012;379(9826):1630‑40.

75. Gurnani M, Birken C, Hamilton J. Childhood Obesity: Causes, Consequences, and Management. Pediatr Clin North Am. 1 août 2015;62(4):821‑40.

76. Projet de plan d'action pour la lutte contre les maladies non transmissibles (2013-2020) [Internet]. Organisation mondiale de la Santé; 2013 [cité 24 janv 2020]. Disponible sur: http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA66/A66_9-fr.pdf

77. Obesity and overweight [Internet]. [cité 18 mars 2020]. Disponible sur: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight

78. Hill JO, Wyatt HR, Peters JC. Energy Balance and Obesity. Circulation. 3 juill 2012;126(1):126‑32.

79. Nuttall FQ. Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health. Nutr Today. 2015;50(3):117‑28.

80. Lemelin L, Haggerty J, Gallagher F. Comparaison de trois systèmes de classification du poids de l'enfant d'âge préscolaire d'une région québécoise. Santé Publique. 2013;25(5):571.

81. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. BMJ. 6 mai 2000;320(7244):1240‑3.

82. Surpoids et obésité de l'enfant et de l'adolescent (actualisation des recommandations 2003) [Internet]. Haute Autorité de Santé. [cité 22 mars 2020]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_964941/fr/surpoids-et-obesite-de-l-enfant-et-de-l-adolescent-actualisation-des-recommandations-2003

83. Rolland-Cachera, Cole, Sempé, Tichet, Rossignol, Charraud. Body Mass Index variations: centiles from birth to 87 years. Eur J Clin Nutr. 1 janv 1991;45(1):13‑21.

84. Onis M de, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. Bull World Health Organ. sept 2007;85(9):660‑7.

85. Génolini J, Ehlinger V, Escalon H, Godeau E. La santé des collégiens en France/2014. Données françaises de l'enquête internationale Health Behaviour in School-aged Children (HBSC). Habitudes alimentaires, activité physique et sédentarité. Saint-Denis: Inpes; 2016 p. 6.

86. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. Lancet Child Adolesc Health. janv 2020;4(1):23‑35.

87. Health Behaviour in School-aged Children [Internet]. [cité 14 avr 2020]. Disponible sur: http://www.hbsc.org/

88. CDC Global School-based Student Health Survey (GSHS) [Internet]. 2019 [cité 14 avr 2020]. Disponible sur: https://www.cdc.gov/gshs/index.htm

89. Usen. Étude nationale nutrition santé (ENNS, 2006). Situation nutritionnelle en France en 2006 selon les indicateurs d'objectif et les repères du Programme national nutrition santé (PNNS). [Internet]. Institut de veille sanitaire, Université Paris 13, Conservatoire national des arts et métiers; 2007 p. 74. Disponible sur: https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/documents/rapport-synthese/etude-nationale-nutrition-sante-enns-2006.-situation-nutritionnelle-en-france-en-2006-selon-les-indicateurs-d-objectif-et-les-reperes-du-programm

90. Deschamps V, Salanave B, Torres M, Verdot C. Étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (Esteban), 2014-2016. Volet Nutrition. Chapitre Activité physique et sédentarité. 2e édition. 2020;58.

91. Anses. Étude individuelle nationale des consommations alimentaires 3 (INCA 3). Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective. [Internet]. Maisons-Alfort; 2017 p. 564. Disponible sur: https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2014SA0234Ra.pdf

92. Afssa. Etude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires (INCA 2) (2006-2007). [Internet]. Maisons-Alfort; 2009 p. 225. Disponible sur: https://www.anses.fr/fr/system/files/PASER-Ra-INCA2.pdf

93. Pate RR, Mitchell JA, Byun W, Dowda M. Sedentary behaviour in youth. Br J Sports Med. 1 sept 2011;45(11):906‑13.

94. Kann L, McManus T, Harris WA, Shanklin SL, Flint KH, Queen B, et al. Youth Risk Behavior Surveillance — United States, 2017. MMWR Surveill Summ. 15 juin 2018;67(8):1‑114.

95. Esen. Étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (Esteban), 2014-2016. Volet Nutrition. Chapitre Consommations alimentaires. [Internet]. Saint-Maurice: Santé Publique France; 2017 p. 193. Disponible sur: https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/documents/rapport-synthese/etude-de-sante-sur-l-environnement-la-biosurveillance-l-activite-physique-et-la-nutrition-esteban-2014-2016-chapitre-consommations-alimentair

96. Legrand K, Lecomte E, Langlois J, Muller L, Saez L, Quinet M-H, et al. Reducing social inequalities in access to overweight and obesity care management for adolescents: The PRALIMAP-INÈS trial protocol and inclusion data analysis. Contemp Clin Trials Commun. 2017;7:141‑57.

97. Esen. Étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (Esteban), 2014-2016. Volet Nutrition. Chapitre corpulence. [Internet]. Saint-Maurice: Santé Publique France; 2017 p. 42. Disponible sur: https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/documents/rapport-synthese/etude-de-sante-sur-l-environnement-la-biosurveillance-l-activite-physique-et-la-nutrition-esteban-2014-2016.-volet-nutrition.-chapitre-corpulence

98. Abarca-Gomez L, et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. Lancet. 2017;390(10113):2627‑42.

99. Desbouys L, Méjean C, Henauw SD, Castetbon K. Socio-economic and cultural disparities in diet among adolescents and young adults: a systematic review. Public Health Nutr. avr 2020;23(5):843‑60.

100. Yannakoulia M, Lykou A, Kastorini CM, Saranti Papasaranti E, Petralias A, Veloudaki A, et al. Socio-economic and lifestyle parameters associated with diet quality of children and adolescents using classification and regression tree analysis: the DIATROFI study. Public Health Nutr. févr 2016;19(2):339‑47.

101. Turrell G, Vandevijvere S. Socio-economic inequalities in diet and body weight: evidence, causes and intervention options. Public Health Nutr. avr 2015;18(5):759‑63.

102. Darmon N, Drewnowski A. Does social class predict diet quality? Am J Clin Nutr. 1 mai 2008;87(5):1107‑17.

103. Hanson MD, Chen E. Socioeconomic Status and Health Behaviors in Adolescence: A Review of the Literature. J Behav Med. 14 juin 2007;30(3):263‑85.

104. Langlois J, Omorou AY, Vuillemin A, Briançon S, Lecomte E, Group PT. Association of socioeconomic, school-related and family factors and physical activity and sedentary behaviour among adolescents: multilevel analysis of the PRALIMAP trial inclusion data. BMC Public Health. 2017;17:175.

105. O'Donoghue G, Kennedy A, Puggina A, Aleksovska K, Buck C, Burns C, et al. Socio-economic determinants of physical activity across the life course: A « DEterminants of DIet and Physical ACtivity » (DEDIPAC) umbrella literature review. Henchoz Y, éditeur. PLoS One. 19 janv 2018;13(1):e0190737.

106. Sherar LB, Griffin TP, Ekelund U, Cooper AR, Esliger DW, van Sluijs EMF, et al. Association between maternal education and objectively measured physical activity and sedentary time in adolescents. J Epidemiol Community Health. juin 2016;70(6):541‑8.

107. Stalsberg R, Pedersen AV. Effects of socioeconomic status on the physical activity in adolescents: a systematic review of the evidence: Effects of socioeconomic status on the physical activity in adolescents. Scand J Med Sci Sports. 31 janv 2010;20(3):368‑83.

108. Sterdt E, Liersch S, Walter U. Correlates of physical activity of children and adolescents: A systematic review of reviews. Health Educ J. janv 2014;73(1):72‑89.

109. Haynos A, O'Donohue W. Universal childhood and adolescent obesity prevention programs: Review and critical analysis. Clin Psychol Rev. 1 juill 2012;32(5):383‑99.

110. Al-Khudairy L, Loveman E, Colquitt JL, Mead E, Johnson RE, Fraser H, et al. Diet, physical activity and behavioural interventions for the treatment of overweight or obese adolescents aged 12 to 17 years. Cochrane Database Syst Rev. 2017;22(6):CD012691.

111. Watts AW, Mason SM, Loth K, Larson N, Neumark-Sztainer D. Socioeconomic differences in overweight and weight-related behaviors across adolescence and young adulthood: 10-year longitudinal findings from Project EAT. Prev Med. juin 2016;87:194‑9.

112. Bambra CL, Hillier FC, Cairns J-M, Kasim A, Moore HJ, Summerbell CD. How effective are interventions at reducing socioeconomic inequalities in obesity among children and adults? Two systematic reviews [Internet]. Southampton (UK): NIHR Journals Library; 2015 [cité 13 juin 2018]. (Public Health Research). Disponible sur: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK273911/

113. Johansson LM, Lingfors H, Golsäter M, Kristenson M, Fransson EI. Can physical activity compensate for low socioeconomic status with regard to poor self-rated health and low quality-of-life? Health Qual Life Outcomes. déc 2019;17(1):33.

114. Ellina P, Middleton N, Lambrinou E, Kouta C. Investigation of Socioeconomic Inequalities in Health-Related Quality of Life across Europe: A Systematic Review. Divers Equal Health Care. 31 déc 2019;16(4).

115. Briançon S, Bonsergent E, Agrinier N, Tessier S, Legrand K, Lecomte E, et al. PRALIMAP: study protocol for a high school-based, factorial cluster randomised interventional trial of three overweight and obesity prevention strategies. Trials. 2010;11:119.

116. Enquête épidémiologique nationale sur le surpoids et l'obésité - ObEpi 2009 [Internet]. INSERM; 2009. Disponible sur: https://www.roche.fr/content/dam/rochexx/roche-fr/roche_france/fr_FR/doc/AttachedFile_10160.pdf

117. Deuxième Programme national nutrition santé - 2006-2010 [Internet]. 2006 [cité 7 avr 2020]. Disponible sur: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1624568706711180

118. Rocher T. Construction d'un indice de position sociale des élèves. Educ Form. avr 2016;90:5‑27.

119. Le Service statistique Éducation | Insee [Internet]. [cité 4 juin 2020]. Disponible sur: https://www.insee.fr/fr/information/2113161

120. Garner DM, Garfinkel PE. The Eating Attitudes Test: an index of the symptoms of anorexia nervosa. Psychol Med. mai 1979;9(2):273‑9.

121. Garner DM, Olmsted MP, Bohr Y, Garfinkel PE. The Eating Attitudes Test: psychometric features and clinical correlates. Psychol Med. 1982;12:871.

122. Zigmond AS, Snaith RP. The Hospital Anxiety and Depression Scale. Acta Psychiatr Scand. juin 1983;67(6):361‑70.

123. Lisspers J, Nygren A, Söderman E. Hospital Anxiety and Depression Scale (HAD): some psychometric data for a Swedish sample. Acta Psychiatr Scand. oct 1997;96(4):281‑6.

124. Parkerson GR, Broadhead WE, Tse C-KJ. The Duke Health Profile: A 17-ltem Measure of Health and Dysfunction. Med Care. nov 1990;28(11):1056‑72.

125. Vo TXH, Guillemin F, Deschamps J-P. Psychometric Properties of the DUKE Health Profile-adolescent Version (DHP-A): A Generic Instrument for Adolescents. Qual Life Res. déc 2005;14(10):2229‑34.

126. Bonsergent E, Agrinier N, Thilly N, Tessier S, Legrand K, Lecomte E, et al. Overweight and Obesity Prevention for Adolescents: A Cluster Randomized Controlled Trial in a School Setting. Am J Prev Med. 1 janv 2013;44(1):30‑9.

127. McCarthy HD, Jarrett KV, Crawley HF. The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0-16.9 y. Eur J Clin Nutr. oct 2001;55(10):902‑7.

128. Boyce W, Torsheim T, Currie C, Zambon A. The Family Affluence Scale as a Measure of National Wealth: Validation of an Adolescent Self-Report Measure. Soc Indic Res. 1 sept 2006;78(3):473‑87.

129. Briançon S, Legrand K, Muller L, Langlois J, Saez L, Spitz E, et al. Effectiveness of a socially adapted intervention in reducing social inequalities in adolescence weight. The PRALIMAP-INÈS school-based mixed trial. Int J Obes. avr 2020;44(4):895‑907.

130. Omorou AY, Manneville F, Langlois J, Legrand K, Böhme P, Muller L, et al. Physical activity rather than sedentary behaviour is socially determined in French adolescents with overweight and obesity. Prev Med. mai 2020;134:106043.

131. Manneville F, Omorou AY, Legrand K, Langlois J, Lecomte E, Guillemin F, et al. Universal School-Based Intervention Does Not Reduce Socioeconomic Inequalities in Weight Status among Adolescents. Child Obes. 26 août 2019;15(8):532‑40.

132. VanderWeele TJ, Vansteelandt S. Odds Ratios for Mediation Analysis for a Dichotomous Outcome. Am J Epidemiol. 15 déc 2010;172(12):1339‑48.

133. Valeri L, VanderWeele TJ. Mediation analysis allowing for exposure–mediator interactions and causal interpretation: Theoretical assumptions and implementation with SAS and SPSS macros. Psychol Methods. juin 2013;18(2):137‑50.

134. SAS Help Center: Getting Started: CAUSALMED Procedure [Internet]. [cité 29 juin 2020]. Disponible sur: https://documentation.sas.com/?docsetId=statug&docsetTarget=statug_causalmed_gettingstarted.htm&docsetVersion=15.1&locale=fr

135. Baumann C, Erpelding M-L, Perret-Guillaume C, Gautier A, Régat S, Collin J-F, et al. Health-related quality of life in French adolescents and adults: norms for the DUKE Health Profile. BMC Public Health. déc 2011;11(1):401.

136. An R. Diet quality and physical activity in relation to childhood obesity. Int J Adolesc Med Health [Internet]. 1 avr 2017 [cité 30 juill 2020];29(2). Disponible sur: http://www.degruyter.com/view/j/ijamh.2017.29.issue-2/ijamh-2015-0045/ijamh-2015-0045.xml

137. Althubaiti A. Information bias in health research: definition, pitfalls, and adjustment methods. J Multidiscip Healthc. mai 2016;211.

138. Sallis JF, Saelens BE. Assessment of Physical Activity by Self-Report: Status, Limitations, and Future Directions. Res Q Exerc Sport. juin 2000;71(sup2):1‑14.

139. Shephard RJ. Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. Br J Sports Med. 1 juin 2003;37(3):197‑206.

140. Troiano RP, Gabriel KKP, Welk GJ, Owen N, Sternfeld B. Reported Physical Activity and Sedentary Behavior: Why Do You Ask? J Phys Act Health. janv 2012;9(s1):S68‑75.

141. Knäuper B, Carrière K, Chamandy M, Xu Z, Schwarz N, Rosen NO. How aging affects self-reports. Eur J Ageing. juin 2016;13(2):185‑93.

142. Silfee VJ, Haughton CF, Jake-Schoffman DE, Lopez-Cepero A, May CN, Sreedhara M, et al. Objective measurement of physical activity outcomes in lifestyle interventions among adults: A systematic review. Prev Med Rep. sept 2018;11:74‑80.

143. Kelly P, Fitzsimons C, Baker G. Should we reframe how we think about physical activity and sedentary behaviour measurement? Validity and reliability reconsidered. Int J Behav Nutr Phys Act. déc 2016;13(1):32.

144. Prince SA, Adamo KB, Hamel M, Hardt J, Connor Gorber S, Tremblay M. A comparison of direct versus self-report measures for assessing physical activity in adults: a systematic review. Int J Behav Nutr Phys Act. 2008;5(1):56.

145. Zentner M, Bates JE. Child temperament: An integrative review of concepts, research programs, and measures. Eur J Dev Sci. 2008;2(1‑2):7‑37.

146. Kwasnicka D, Dombrowski SU, White M, Sniehotta F. Theoretical explanations for maintenance of behaviour change: a systematic review of behaviour theories. Health Psychol Rev. 2 juill 2016;10(3):277.

147. Oude Luttikhuis H, Baur L, Jansen H, Shrewsbury VA, O'Malley C, Stolk RP, et al. Interventions for treating obesity in children. Cochrane Heart Group, éditeur. Cochrane Database Syst Rev. 20 janv 2009;21(1):CF001872.

148. Deschasaux-Tanguy M, Druesne-Pecollo N, Esseddik Y, Szabo de Edelenyi F, Alles B, Andreeva VA, et al. Diet and physical activity during the COVID-19 lockdown period (March-May 2020): results from the French NutriNet-Sante cohort study. 5 juin 2020 [cité 12 juin 2020]; Disponible sur: http://medrxiv.org/lookup/doi/10.1101/2020.06.04.20121855

149. #HealthyAtHome [Internet]. [cité 4 juin 2020]. Disponible sur: https://www.who.int/news-room/campaigns/connecting-the-world-to-combat-coronavirus/healthyathome

150. De Bourdeaudhuij I, Lefevre J, Deforche B, Wijndaele K, Matton L, Philippaerts R. Physical Activity and Psychosocial Correlates in Normal Weight and Overweight 11 to 19 Year Olds. Obes Res. juin 2005;13(6):1097‑105.

151. De Cocker K, Artero EG, De Henauw S, Dietrich S, Gottrand F, Béghin L, et al. Can differences in physical activity by socio-economic status in European adolescents be explained by differences in psychosocial correlates? A mediation analysis within the HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) Study. Public Health Nutr. nov 2012;15(11):2100‑9.

152. Baranowski T, Cullen KW, Baranowski J. PSYCHOSOCIAL CORRELATES OF DIETARY INTAKE: Advancing Dietary Intervention. Annu Rev Nutr. juill 1999;19(1):17‑40.

153. McClain AD, Chappuis C, Nguyen-Rodriguez ST, Yaroch AL, Spruijt-Metz D. Psychosocial correlates of eating behavior in children and adolescents: a review. Int J Behav Nutr Phys Act. 2009;6(1):54.

154. Lang T, Kelly-Irving M, Delpierre C. Inégalités sociales de santé : du modèle épidémiologique à l'intervention. Enchaînements et accumulations au cours de la vie. Rev DÉpidémiologie Santé Publique. déc 2009;57(6):429‑35.

155. Ben-Shlomo Y, Mishra G, Kuh D. Life Course Epidemiology. In: Ahrens W, Pigeot I, éditeurs. Handbook of Epidemiology [Internet]. New York, NY: Springer New York; 2014 [cité 16 juin 2020]. p. 1521‑49. Disponible sur: http://link.springer.com/10.1007/978-0-387-09834-0_56

156. Lang T, Ulrich V. Les inégalités sociales de santé. Actes du séminaire de recherche de la DREES 2015-2016. [Internet]. DREES; 2016 p. 290. Disponible sur: https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/ouvrage_actes_seminaire_iss_pour_bat_cabinet_-_web.pdf

157. Assemblée mondiale de la Santé 67. Contribuer au développement économique et social : une action intersectorielle durable pour améliorer la santé et l'équité en santé [Internet]. 2014. Disponible sur: https://apps.who.int/iris/handle/10665/170892

158. Ce qu'il faut savoir au sujet de la sante dans toutes les politiques [Internet]. Genève: OMS; 2015 p. 5. Disponible sur: https://www.who.int/social_determinants/publications/health-policies-manual/key-messages-fr.pdf

159. La santé dans toutes les politiques : le défi de l'intersectorialité [Internet]. FNES; 2019 p. 3. Disponible sur: https://www.fnes.fr/wp-content/uploads/2019/09/Intersectorialit%C3%A9-Approches-en-PS-VDEF.pdf

160. Conférence mondiale sur les déterminants sociaux de la santé [Internet]. Rio de Janeiro, Brésil: OMS; 2011 oct p. 8. Disponible sur: https://www.who.int/sdhconference/declaration/Rio_political_declaration_French.pdf?ua=1

161. La stratégie nationale de santé 2018-2022 - Ministère des Solidarités et de la Santé [Internet]. [cité 15 juin 2020]. Disponible sur: https://solidarites-sante.gouv.fr/systeme-de-sante-et-medico-social/strategie-nationale-de-sante/article/la-strategie-nationale-de-sante-2018-2022

162. Programme national pour l'alimentation 2019-2023 : territoires en action | Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation [Internet]. [cité 15 juin 2020]. Disponible sur: https://agriculture.gouv.fr/programme-national-pour-lalimentation-2019-2023-territoires-en-action

Annexes

Annexe 1 : Questionnaire IPAQ utilisé pour mesurer l'activité physique et le comportement sédentaire des adolescents dans l'essai PRALIMAP

IPAQ

International Physical Activity Questionnaire

(Version française juillet 2003)

Nous nous intéressons aux différents types d'activités physiques que vous faites dans votre vie quotidienne. Les questions suivantes portent sur le temps que vous avez passé à être actif physiquement au cours des **7 derniers jours**. Répondez à chacune de ces questions même si vous ne vous considérez pas comme une personne active. Les questions concernent les activités physiques que vous faites au lycée, lorsque vous êtes chez vous, pour vos déplacements, et pendant votre temps libre.

Bloc 1 : Activités intenses des 7 derniers jours

1. Pensez à toutes les **activités intenses** que vous avez faites au cours des **7 derniers jours**.
Les activités physiques intenses font référence aux activités qui vous demandent un effort physique important et vous font respirer beaucoup plus difficilement que normalement. Pensez seulement aux activités que vous avez effectuées pendant **au moins 10 minutes d'affilée.**

1-a. Au cours des 7 derniers jours, **combien y a-t-il eu de jours** au cours desquels vous avez fait des activités physiques intenses comme porter des charges lourdes, bêcher, faire du VTT ou jouer au football ?

⌊_⌋⌊_⌋ **jour(s)**

❒ Je n'ai pas eu d'activité physique intense ➲ ***Passez au bloc 2***

1-b. Au total, combien de **temps** avez-vous passé à faire des activités intenses au cours des 7 derniers jours ?

⌊_⌋⌊_⌋ **heure(s)** ⌊_⌋⌊_⌋ **minutes**

❒ Je ne sais pas

Bloc 2 : Activités modérées des 7 derniers jours

2. Pensez à toutes les **activités modérées** que vous avez faites au cours des **7 derniers jours**.
Les activités physiques modérées font référence aux activités qui vous demandent un effort physique modéré et vous font respirer un peu plus difficilement que normalement. Pensez seulement aux activités que vous avez effectuées pendant **au moins 10 minutes d'affilée.**

2-a. Au cours des 7 derniers jours, **combien y a-t-il eu de jours** au cours desquels vous avez fait des activités physiques modérées comme porter des charges légères, passer l'aspirateur, faire du vélo tranquillement ou jouer au volley-ball ? Ne pas inclure la marche.

⌊_⌋⌊_⌋ **jour(s)**

❒ Je n'ai pas eu d'activité physique modérée ➲ ***Passez au bloc 3***

2-b. Au total, combien de **temps** avez-vous passé à faire des activités modérées au cours des 7 derniers jours ?

⌊_⌋⌊_⌋ **heure(s)** ⌊_⌋⌊_⌋ **minutes**

❒ Je ne sais pas

PRALIMAP

Programme Pralimap · PRomotion de l'ALIMentation et de l'Activité Physique
| IPAQ

Version 2 du 11 septembre 2007 8 | 20

Bloc 3 : La marche des 7 derniers jours

3. Pensez au temps que vous avez passé à **marcher au moins 10 minutes d'affilée** au cours des **7 derniers jours**.
Cela comprend la marche au lycée et à la maison, la marche pour vous rendre d'un lieu à un autre, et tout autre type de marche que vous auriez pu faire pendant votre temps libre pour la détente, le sport ou les loisirs.

3-a. Au cours des **7 derniers jours**, **combien y a-t-il eu de jours** au cours desquels vous avez marché pendant **au moins 10 minutes d'affilée.**

⌊_⌋⌊_⌋ **jour(s)**

❒ Je n'ai pas fait de marche ➲ ***Passez au bloc 4***

3.b. Au total, combien d'épisodes de marche d'au **moins 10 minutes d'affilée**, avez-vous effectué au cours des **7 derniers jours** ?

⌊_⌋⌊_⌋⌊_⌋⌊_⌋ **nombre d'épisodes de 10 minutes d'affilée**

Exemples :

Lundi :	1 marche de 60 minutes		6 épisodes
Mardi :	1 marche de 20 minutes et 3 marches de 5 minutes		2 épisodes
Mercredi :	1 marche de 35 minutes		3 épisodes
Jeudi :	1 marche de 8 minutes		0 épisode
Vendredi :	1 marche de 6 minutes puis 3 marches de 4 minutes	→	0 épisode
Samedi :	1 marche de 18 minutes		1 épisode
Dimanche :	1 marche de 10 minutes et 3 marches de 5 minutes		1 épisode
		Total	13 épisodes

❒ Je ne sais pas

Bloc 4 : Temps passé assis au cours des 7 derniers jours

4. La dernière question porte sur **le temps que vous avez passé assis** pendant les jours de semaine, au cours des **7 derniers jours**. Cela comprend le temps passé assis au lycée, à la maison, lorsque vous étudiez et pendant votre temps libre. Il peut s'agir par exemple du temps passé assis à un bureau, chez des amis, à lire, à être assis ou allongé pour regarder la télévision, devant un écran.

4-a. Au cours des **7 derniers jours**, pendant les jours de semaine, **combien de temps**, en moyenne, avez vous passé **assis** ?

⌊_⌋⌊_⌋ **heure(s)** ⌊_⌋⌊_⌋ **minutes**

❒ Je ne sais pas

Annexe 2 : Questionnaire IPAQ utilisé pour mesurer l'activité physique et le comportement sédentaire des adolescents dans l'essai PRALIMAP-INES

| IPAQ

BLOC 4 : Nous nous intéressons au temps que vous avez passé assis au cours des **7 derniers jours**. Cela comprend le temps passé assis au lycée, à la maison, lorsque vous étudiez et pendant votre temps libre. Il peut s'agir par exemple du temps passé assis à un bureau, chez des amis, à être assis ou allongé pour regarder la télévision, jouer aux jeux vidéo ou à l'ordinateur.

Au cours des 7 derniers jours, pendant les jours de la semaine, combien de temps, en moyenne, avez-vous passé **assis par jour** :

Pendant le temps scolaire (lycée, collège, stage…)	⌊__⌋ heure(s)	⌊__⌋⌊__⌋ minutes par jour
Dans les transports (voiture, bus, scooter…)	⌊__⌋ heure(s)	⌊__⌋⌊__⌋ minutes par jour
A regarder la télévision, sur les jeux vidéo ou devant l'ordinateur	⌊__⌋ heure(s)	⌊__⌋⌊__⌋ minutes par jour
Pendant les temps de loisirs n'incluant pas la télé *(ex : discussion entre amis, restaurant, cinéma…)*	⌊__⌋ heure(s)	⌊__⌋⌊__⌋ minutes par jour

Le week-end dernier (samedi-dimanche), combien de temps, en moyenne, avez-vous passé **assis par jour :**

Pendant le temps scolaire (samedi matin)	⌊__⌋ heure(s)	⌊__⌋⌊__⌋ minutes par jour
Dans les transports (voiture, bus, scooter…)	⌊__⌋ heure(s)	⌊__⌋⌊__⌋ minutes par jour
A regarder la télévision, sur les jeux vidéo ou devant l'ordinateur	⌊__⌋ heure(s)	⌊__⌋⌊__⌋ minutes par jour
Pendant les temps de loisirs n'incluant pas la télé *(ex : discussion entre amis, restaurant, cinéma…)*	⌊__⌋ heure(s)	⌊__⌋⌊__⌋ minutes par jour

BLOC 3 : Pensez au temps que vous avez passé **à marcher** au cours des **7 derniers jours.**
Cela comprend la marche au lycée et à la maison, la marche pour vous rendre d'un lieu à un autre, et tout autre type de marche que vous auriez pu faire pendant votre temps libre pour la détente, le sport ou les loisirs.

3-a. Au cours des 7 derniers jours, combien y-a-t-il eu de jours au cours desquels **vous avez marché pendant au moins 10 minutes d'affilée.**

└─┘ jour(s) ❒ Je n'ai pas fait de marche

3.b. Au total, combien d'épisodes de marche d'au moins 10 minutes d'affilée, avez-vous effectué au cours des 7 derniers jours ?

└─┴─┘ nombre d'épisodes de 10 minutes d'affilée

Exemple :

Pour chaque jour de la semaine	*Temps de marche que vous avez pratiquez dans la journée*	*Nombre d'épisodes correspondant au temps de marche pratiqué dans la journée*
Lundi	*1 marche de 60 minutes*	*6 épisodes*
Mardi	*1 marche de 20 minutes et 3 marches de 5 minutes*	*2 épisodes*
Mercredi	*1 marche de 35 minutes*	*3 épisodes*
Jeudi	*1 marche de 8 minutes*	*0 épisode*
Vendredi	*1 marche de 6 minutes puis 3 marches de 4 minutes*	*0 épisode*
Samedi	*1 marche de 18 minutes*	*1 épisode*
Dimanche	*1 marche de 10 minutes et 3 marches de 5 minutes*	*1 épisode*
	Total	*13 épisodes*

BLOC 2 : Pensez à toutes les activités modérées que vous avez faites au cours des **7 derniers jours.**
Les **activités physiques modérées** font référence aux activités qui vous demandent un effort physique modéré et vous font respirer un peu plus difficilement que normalement. Pensez seulement aux activités que vous avez effectuées pendant au moins 10 minutes d'affilée.

2-a. Au cours des 7 derniers jours, combien y a-t-il eu de jours au cours desquels vous avez fait **des activités physiques modérées** comme porter des charges légères, passer l'aspirateur, faire du vélo tranquillement ou jouer au volley-ball ? Ne pas inclure la marche.

└─┘ jour(s) ❒ Je n'ai pas eu d'activité physique modérée

2-b. Au total, combien de temps avez-vous passé à faire **des activités modérées** au cours des 7 derniers jours?

└─┴─┘ heure(s) └─┴─┘ minutes

BLOC 1 : Pensez à toutes les activités intenses que vous avez faites au cours des 7 derniers jours.
Les **activités physiques intenses** font référence aux activités qui vous demandent un effort physique important et vous font respirer beaucoup plus difficilement que normalement. Pensez seulement aux activités que vous avez effectuées pendant au moins 10 minutes d'affilée.

1-a. Au cours des 7 derniers jours, combien y a-t-il eu de jours au cours desquels vous avez fait **des activités physiques intenses** comme porter des charges lourdes, bêcher, faire du VTT ou jouer au football ?

└┘ jour(s) ❒ Je n'ai pas eu d'activité physique intense

1-b. Au total, combien de temps avez-vous passé à faire **des activités intenses** au cours des 7 derniers jours ?

└┴┘ heure(s) └┴┘ minutes

Habituellement participez-vous aux cours d'EPS ?
❒Oui ❒ Non

Si non, avez-vous un certificat médical d'inaptitude à la pratique de l'éducation physique et sportive?

❒ Oui j'ai un certificat d'inaptitude **totale (dispense), je ne participe à aucun cours d'EPS**
❒ Oui j'ai un certificat d'inaptitude partielle (dispense), je suis dispensé(e) de certaines activités
❒ Non

Si oui, participez-vous habituellement aux activités de l'UNSS ou de l'Association Sportive de votre établissement ?

❒Oui ❒ Non

Si vous participez aux activités de l'UNSS ou de l'Association Sportive de votre établissement,
sur une semaine habituelle quel type d'activité physique pratiquez-vous**?**

Activité 1 :

Précisez le type d'activité (ex : football, natation…) : ……

Au cours des 7 derniers jours, combien y a-t-il eu de jours au cours desquels vous avez fait cette activité ?

└┴┘ jour(s)

Au total, combien de temps avez-vous passé à faire ses activités au cours des 7 derniers jours ?

└┴┘ heure(s) └┴┘ minutes

Activité 2 :

Précisez le type d'activité (ex : football, natation…) : ……

Au cours des 7 derniers jours, combien y a-t-il eu de jours au cours desquels vous avez fait cette activité ?

└┴┘ jour(s)

Au total, combien de temps avez-vous passé à faire ses activités au cours des 7 derniers jours ?

└┴┘ heure(s) └┴┘ minutes

Activité 3 :

Précisez le type d'activité (ex : football, natation…): ……

Au cours des 7 derniers jours, combien y a-t-il eu de jours au cours desquels vous avez fait cette activité ?

└┴┘ jour(s)

Au total, combien de temps avez-vous passé à faire ses activités au cours des 7 derniers jours ?

└┴┘ heure(s) └┴┘ minutes

Sur votre temps de loisirs, pratiquez-vous des activités physiques ou sportives ?

❒Oui ❒ Non

Si oui, sur une semaine habituelle quel type d'activité physique pratiquez-vous**?**

Activité 1 :

Précisez le type d'activité (ex : football, natation…) : ……

Pratiquez-vous cette activité en club?

❒Oui ❒ Non

Au cours des 7 derniers jours, combien y a-t-il eu de jours au cours desquels vous avez fait cette activité ?

└┴┘ jour(s)

Au total, combien de temps avez-vous passé à faire ses activités au cours des 7 derniers jours ?

└┴┘ heure(s) └┴┘ minutes

Activité 2 :

Précisez le type d'activité (ex : football, natation…) : ……

Pratiquez-vous cette activité en club?

❒Oui ❒ Non

Au cours des 7 derniers jours, combien y a-t-il eu de jours au cours desquels vous avez fait cette activité ?

└┴┘ jour(s)

Au total, combien de temps avez-vous passé à faire ses activités au cours des 7 derniers jours ?

└┴┘ heure(s) └┴┘ minutes

Activité 3 :

Précisez le type d'activité (ex : football, natation…) : ……

Pratiquez-vous cette activité en club?

❒Oui ❒ Non

Au cours des 7 derniers jours, combien y a-t-il eu de jours au cours desquels vous avez fait cette activité ?

└┴┘ jour(s)

Au total, combien de temps avez-vous passé à faire ses activités au cours des 7 derniers jours ?

└┴┘ heure(s) └┴┘ minutes

Pour des raisons financières, rencontrez-vous des difficultés qui vous empêchent de pratiquer une activité physique ? (Cocher la ou les réponses les plus adaptées)

❒ Oui, pour l'achat de matériel sportif

❒ Oui, pour me rendre aux activités (pas de véhicule, ticket de transport trop cher…)

❒ Oui, pour payer la licence d'une activité physique

❒ Oui, pour d'autres raisons financières : préciser :……

❒ Non, je ne rencontre pas de difficultés financières

Rencontrez-vous d'autres difficultés qui vous empêchent de pratiquer une activité physique ? (Cocher la ou les réponses les plus adaptées)

❒ Oui, pas de club à proximité

❒ Oui, les activités physique et sportive que je souhaite pratiquer ne sont pas disponibles

❒ Oui, pas d'amis avec qui pratiquer

❒ Oui, mes parents ne sont pas disponibles pour m'y amener

❒ Oui, d'autres raisons: préciser :……

❒ Non, je ne rencontre pas de difficultés

Ressentez-vous le besoin d'être accompagné(e) dans la prise en charge de votre comportement alimentaire et d'activité physique ?

❒ Oui

❒ Non, pas vraiment

❒ Non, pas du tout

❒ Je ne sais pas

Annexe 3 : Questionnaire BMB utilisé pour mesurer le comportement alimentaire des adolescents dans l'essai PRALIMAP

| Boire Manger Bouger

PERCEPTION DE VOTRE ALIMENTATION :

1. Etes-vous satisfait de votre alimentation actuelle ?
- ❒ tout à fait
- ❒ plutôt
- ❒ peu
- ❒ pas du tout

2. Pourquoi êtes-vous satisfait ou non satisfait ?
Plusieurs réponses possibles
- ❒ vous aimez ce que vous mangez
- ❒ vous n'aimez pas ce que vous mangez
- ❒ vous prenez le temps de manger
- ❒ vous ne prenez pas le temps de manger
- ❒ vous avez envie de manger
- ❒ vous n'avez pas envie de manger
- ❒ vous suivez un régime alimentaire
- ❒ autre, précisez : ……

VOS REPAS :

Petit déjeuner

1. Fréquence :
- ❒ tous les jours ou presque
- ❒ trois à cinq fois par semaine
- ❒ une à deux fois par semaine
- ❒ uniquement pendant les vacances
- ❒ jamais

2. Où ?
- ❒ chez vous
- ❒ autre, précisez :……

3. Le plus souvent, à table ?
❒ oui ❒ non

4. Avec qui généralement ?
- ❒ tout(e) seul(e)
- ❒ avec vos parents, vos amis, d'autres personnes

5. Quels sont les aliments qui le composent généralement ?
- ❒ une boisson chaude ou un jus de fruit
- ❒ une boisson chaude, une viennoiserie ou un gâteau
- ❒ une boisson chaude, du pain ou biscotte, du beurre et de la confiture
- ❒ une boisson chaude, un produit laitier (yaourt, fromage), du pain ou biscotte, du beurre et de la confiture
- ❒ une boisson chaude, du pain ou biscotte, du beurre et de la confiture, des céréales et un jus de fruits ou un fruit
- ❒ autres : ……

……

Repas de midi

6. Fréquence :
- ❒ tous les jours ou presque
- ❒ trois à cinq fois par semaine
- ❒ une à deux fois par semaine
- ❒ jamais

7. Où ?

	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	Dim
Chez vous	❒	❒	❒	❒	❒	❒	❒
À la cantine	❒	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Autre	❒	❒	❒	❒	❒	❒	❒

8. Avec qui généralement?
- ❒ tout(e) seul(e)
- ❒ avec vos parents, vos amis, d'autres personnes

9. Quels sont les aliments qui le composent généralement ?
- ❒ une entrée, un plat, un produit laitier et un dessert
- ❒ un sandwich ou une pizza
- ❒ un plat, une entrée ou un dessert
- ❒ autres : ……

……

Goûter de l'après-midi

10. Fréquence :
- ❒ tous les jours ou presque
- ❒ seulement les mercredis et les week-ends
- ❒ jamais

11. Quels sont les aliments qui le composent généralement ?
Plusieurs réponses possibles
- ❒ des aliments sucrés (gâteaux, bonbons, barres chocolatées)
- ❒ des aliments salés (saucisson, chips, cacahuètes)
- ❒ des fruits
- ❒ des produits laitiers
- ❒ autres : ……

……

Repas du soir

12. Fréquence :
- ❒ tous les jours ou presque
- ❒ trois à cinq fois par semaine
- ❒ une à deux fois par semaine
- ❒ jamais

13. Où :
- ❒ chez vous
- ❒ autre, précisez :……

14. Le plus souvent, à table ?
❒ oui ❒ non

15. Avec qui généralement?
- ❒ tout(e) seul(e)
- ❒ avec vos parents, vos amis, d'autres personnes

16. Quels sont les aliments qui le composent généralement ?
- ❒ ceux d'un petit-déjeuner
- ❒ une entrée, un plat, un produit laitier et un dessert
- ❒ un sandwich ou une pizza
- ❒ un plat, une entrée ou un dessert
- ❒ autres : ……

……

En dehors de ces 4 repas

17. Est-ce que vous grignotez ?
❒ oui ❒ non

18. Pourquoi ?
- ❒ parce que vous avez faim
- ❒ par gourmandise

19. Quand vous grignotez, que mangez-vous ?
Plusieurs réponses possibles
- ❒ des aliments sucrés (gâteaux, bonbons, barres chocolatées)
- ❒ des aliments salés (saucisson, chips, cacahuètes)
- ❒ des fruits
- ❒ des produits laitiers
- ❒ autres : ……

……

Vos boissons :

1. À quels moments buvez-vous ?
Plusieurs réponses possibles
- ❒ pendant les repas
- ❒ entre les repas
- ❒ tout au long de la journée
- ❒ pas du tout

2. Quelles boissons buvez-vous généralement ?
Plusieurs réponses possibles
- ❒ eau
- ❒ soda, cola, limonade, orangeade
- ❒ boissons chaudes type café, thé
- ❒ jus de fruit
- ❒ boissons lactées

Quelle est votre alimentation plus precisement :

	Petit Déjeuner	Matinée	Repas du midi	Goûter	Repas du soir	Soirée / nuit
Fruits crus, cuits, en compote *1 compote = 1 verre de 100 % jus de fruits*	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Légumes crus, cuits en potage *1 assiette de légumes cuits = 1 bol de potage*	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Lait, yaourt, fromage blanc, fromage *1 bol de lait = 1 yaourt = 30 g de fromage = 1/8 camembert*	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Pain, biscottes, céréales *1/4 baguette = 3 biscottes = un bol de céréales*	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Féculents : pâtes, pommes de terre, riz, légumes secs *1 assiette de pâtes = 1 assiette de riz = 1 assiette de pommes de terre = 1 assiette de légumes secs*	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Viandes, poissons, œufs *100 g de viande = 100 g de poisson = 2 œufs*	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Biscuits, pâtisseries, viennoiseries, glaces *3-4 biscuits, 1 barre, 1 pâtisserie*	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Bonbons, sucre, confiture, miel, chocolat *3 cuillérées à café, 4 bonbons, 4 carrés de chocolat*	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Chips, gâteaux apéritifs, charcuterie *1 poignée de 25 g de chips = 1 tranche de pâté = 5 fines rondelles de saucisson*	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Eau *1 verre*	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Boissons sucrées *1 verre*	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Lait *1 verre*	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Boissons chaudes *1 verre*	❒	❒	❒	❒	❒	❒
Boissons sans sucre *1 verre*	❒	❒	❒	❒	❒	❒

Bouger :

1. Etes-vous satisfait des activités physiques que vous pratiquez ?
- ❒ tout à fait
- ❒ plutôt
- ❒ peu
- ❒ pas du tout

2. Pourquoi êtes-vous satisfait ou non satisfait ?
- ❒ vous aimez bouger
- ❒ vous n'aimez pas bouger
- ❒ vous prenez le temps de bouger
- ❒ vous ne prenez pas le temps de bouger
- ❒ vous avez envie de bouger
- ❒ vous n'avez pas envie de bouger
- ❒ pour des raisons de santé
- ❒ autre, précisez :……

3. Quelles activités physiques pratiquez-vous en dehors du programme scolaire :
- ❒ aucune

1……
2……
3……
4……

4. Citez 1, 2 ou 3 activités physiques que vous aimeriez faire :
- ❒ aucune

1……
2……
3……

5. Vos déplacements de tous les jours se font ?
- ❒ à pied
- ❒ à vélo, en rollers, en skateboard
- ❒ en voiture, en bus

6. Vous préférez :
- ❒ les escaliers
- ❒ l'ascenseur

Enseignements de nutrition :

1. Au cours de votre année de seconde, avez-vous bénéficié en cours SVT ou EPS, d'un enseignement de nutrition sur :

	oui	non	je ne sais pas
l'alimentation	❒	❒	❒
l'activité physique	❒	❒	❒

Annexe 4 : Questionnaire de fréquence alimentaire pour mesurer le comportement alimentaire des adolescents dans l'essai PRALIMAP-INES

| NUTRITION

Habituellement, mangez-vous du pain, des biscottes ou des céréales du type « petit déjeuner » **chaque jour** ?

❒ Oui

***Si oui** à la question précédente, merci de préciser :*

Combien de fois en mangez-vous par jour ?

Une seule réponse possible.

❒ 1 fois
❒ 2 fois
❒ 3 fois
❒ 4 fois et plus

❒ Non

***Si non** à la question précédente, merci de préciser:*

Combien de fois en mangez-vous ?

Une seule réponse possible.

❒ 4 à 6 fois par semaine
❒ 2 à 3 fois par semaine
❒ Une fois par semaine ou moins
❒ Jamais

Habituellement, mangez-vous du riz, des pâtes, des pommes de terre, de la semoule, du maïs ou des légumes secs **chaque jour** ?

Ce groupe comprend aussi le blé, la purée en poudre, les raviolis, lasagnes, hachis-Parmentier, gratins dauphinois, pois chiches, pois cassés, flageolets, maïs, lentilles, haricots blancs, rouges, fèves, etc. et tous les plats cuisinés à base de riz, pâtes, pomme de terre, semoule ou maïs.

❒ Oui

***Si oui** à la question précédente, merci de préciser :*

Combien de fois en mangez-vous par jour ?

Une seule réponse possible.

❒ 1 fois
❒ 2 fois
❒ 3 fois
❒ 4 fois et plus

❒ Non

***Si non** à la question précédente, merci de préciser:*

Combien de fois en mangez-vous ?

Une seule réponse possible.

❒ 4 à 6 fois par semaine
❒ 2 à 3 fois par semaine
❒ Une fois par semaine ou moins
❒ Jamais

Habituellement, mangez-vous des produits laitiers **chaque jour** ?

Ce groupe comprend le lait (aromatisé ou nature), les fromages, les yaourts (nature ou aux fruits), le fromage blanc et les petits suisses. Ne sont pas compris dans ce groupe les desserts lactés tels que les crèmes dessert ou les flans.

❒ Oui

***Si oui** à la question précédente, merci de préciser :*

Combien de fois en mangez-vous par jour ?

Une seule réponse possible.

❒ 1 fois
❒ 2 fois
❒ 3 fois
❒ 4 fois et plus

❒ Non

***Si non** à la question précédente, merci de préciser:*

Combien de fois en mangez-vous ?

Une seule réponse possible.

❒ 4 à 6 fois par semaine
❒ 2 à 3 fois par semaine
❒ Une fois par semaine ou moins
❒ Jamais

Habituellement, consommez-vous des fruits (y compris des jus de fruits 100% pur jus) **chaque jour** ?

Ce groupe comprend les fruits sous toutes leurs formes (crus ou cuits, en compote, en conserve, surgelés, au sirop, soupes, etc.). Les jus de fruits 100% pur jus ou sans sucre ajouté, les tartes et les gâteaux à base de fruits sont compris dans cette catégorie. Ne sont pas compris dans ce groupe les nectars, « boissons à base fruits », etc.

❒ Oui

***Si oui** à la question précédente, merci de préciser :*

Combien de fois en mangez-vous par jour ?

Une seule réponse possible.

❒ 1 fois
❒ 2 fois
❒ 3 fois
❒ 4 fois et plus

❒ Non

***Si non** à la question précédente, merci de préciser:*

Combien de fois en mangez-vous ?

Une seule réponse possible.

❒ 4 à 6 fois par semaine
❒ 2 à 3 fois par semaine
❒ Une fois par semaine ou moins
❒ Jamais

Habituellement, mangez-vous des légumes (sans compter les pommes de terre et les légumes secs) **chaque jour** ?

Ce groupe comprend les légumes sous toutes leurs formes (en purée, en conserve, surgelés, soupes, tartes, sauce tomate etc.), qu'ils soient crus ou cuits.

❒ Oui

***Si oui** à la question précédente, merci de préciser :*

Combien de fois en mangez-vous par jour ?

Une seule réponse possible.

❒ 1 fois
❒ 2 fois
❒ 3 fois
❒ 4 fois et plus

❒ Non

***Si non** à la question précédente, merci de préciser:*

Combien de fois en mangez-vous ?

Une seule réponse possible.

❒ 4 à 6 fois par semaine
❒ 2 à 3 fois par semaine
❒ Une fois par semaine ou moins
❒ Jamais

Habituellement, mangez-vous de la viande ou des œufs **chaque jour** ?

Ce groupe comprend toutes les viandes (y compris volaille, abat, jambon blanc) ***et les œufs sous toutes leurs formes, (crus, cuits, surgelé).. Ne sont pas compris dans ce groupe le reste de la charcuterie (le jambon cru, les saucisses, rillettes, pâtés, saucisson etc.).***

❒ Oui

***Si oui** à la question précédente, merci de préciser :*

Combien de fois en mangez-vous par jour ?

Une seule réponse possible.

❒ 1 fois
❒ 2 fois
❒ 3 fois
❒ 4 fois et plus

❒ Non

***Si non** à la question précédente, merci de préciser:*

Combien de fois en mangez-vous ?

Une seule réponse possible.

❒ 4 à 6 fois par semaine
❒ 2 à 3 fois par semaine
❒ Une fois par semaine ou moins
❒ Jamais

Habituellement, mangez-vous du poisson ou d'autres produits de la pêche **chaque semaine** ?

Ce groupe comprend le poisson sous toutes ses formes (crus ou cuits, en conserve, surgelé, pané) et les fruits de mer. N'oubliez pas toutes les préparations à base de fruits de mer dans cette catégorie (tartes aux fruits de mer, bouchées à la reine aux fruits de mers, etc.)

❒ Oui

Si oui à la question précédente, alors affichage de:

Combien de fois en mangez-vous par semaine ?

Une seule réponse possible.

❒ 1 fois
❒ 2 fois
❒ 3 fois
❒ 4 fois et plus

❒ Non

Si non à la question précédente, merci de préciser:

Combien de fois en mangez-vous ?

Une seule réponse possible.

❒ 2 à 3 fois par mois
❒ Une fois par mois ou moins
❒ Jamais

Habituellement, mangez-vous des produits sucrés comme des gâteaux, des barres chocolatées, des pâtisseries, des viennoiseries, des crèmes dessert **chaque jour** (sans compter les boissons sucrées)?

Ce groupe comprend tous les produits sucrés sous toutes leurs formes (confiserie,barre chocolatée, flans, pain au raisin, mousse au chocolat, etc.) et leur provenance (commerce ou fait maison).

❒ Oui

Si oui à la question précédente, alors affichage de:

Combien de fois en mangez-vous par jour ?

Une seule réponse possible.

❒ 1 fois
❒ 2 fois
❒ 3 fois
❒ 4 fois et plus

❒ Non

Si non à la question précédente, merci de préciser:

Combien de fois en mangez-vous ?

Une seule réponse possible.

❒ 4 à 6 fois par semaine
❒ 2 à 3 fois par semaine
❒ Une fois par semaine ou moins
❒ Jamais

Buvez-vous des boissons sucrées **chaque jour**?

Ce groupe comprend les sirops, les sodas, les boissons à base de fruit, les nectars, etc.

❒ Oui

Si oui à la question précédente, alors affichage de:

Combien de fois en Buvez-vous par jour ?

Une seule réponse possible.

❒ 1 fois
❒ 2 fois
❒ 3 fois
❒ 4 fois et plus

❒ Non

Si non à la question précédente, merci de préciser:

Combien de fois en Buvez-vous ?

Une seule réponse possible.

❒ 4 à 6 fois par semaine
❒ 2 à 3 fois par semaine
❒ Une fois par semaine ou moins
❒ Jamais

Ajoutez-vous du ketchup, du beurre, de l'huile, de la mayonnaise ou de la crème fraiche dans les aliments ou plats présents dans votre assiette ?

- ❒ Jamais
- ❒ Rarement
- ❒ Souvent
- ❒ Systématiquement pour certains repas
- ❒ Toujours
- ❒ Je ne sais pas

Pour le moment, faites-vous un régime ou autre chose pour perdre du poids ?

- ❒ Non, mon poids est bon
- ❒ Non, mais j'ai besoin de perdre du poids
- ❒ Non, parce que j'ai besoin de grossir
- ❒ Oui

Résumé

Contexte : A l'adolescence, plus le statut socioéconomique (SSE) des individus est élevé, meilleur est leur état de santé et traduit l'existence d'inégalités sociales de santé. Ces inégalités pourraient s'expliquer par une inégale répartition des modes de vie comme l'activité physique (AP), le comportement sédentaire (CS) et le comportement alimentaire (CA) en fonction du SSE des adolescents. Les liens entre les modes de vie et les inégalités sociales de santé sont encore mal connus à l'adolescence. **Objectifs :** Cette thèse visait à analyser les liens entre les modes de vie et les inégalités sociales de santé à l'adolescence à travers trois objectifs : 1) décrire les modes de vie et leurs répartitions en fonction du milieu social des adolescents, 2) évaluer l'efficacité d'une intervention de santé publique sur la réduction des inégalités sociales de santé à l'adolescence, 3) mesurer et quantifier les effets médiateurs des modes de vie sur les inégalités sociales de santé à l'adolescence. **Méthodes :** Pour répondre à ces objectifs, les données de deux essais de prévention du surpoids et de l'obésité à l'adolescence ont été utilisées : PRALIMAP (PRomotion de l'ALImentation et de l'Activité Physique) et PRALIMAP-INES (INEgalités de Santé). L'AP et le CS ont été mesurés en utilisant l'auto-questionnaire « International Physical Activity Questionnaire » et le CA avec un questionnaire de fréquence alimentaire. Le SSE a été défini à l'aide de l'Indice de Position Sociale des Elèves et du « Family Affluence Scale ». Les analyses statistiques réalisées comprenaient des modèles de régression linéaire, mixte et logistique et une analyse des transitions latentes. **Résultats :** Les adolescents de faibles SSE pratiquaient moins d'AP et avaient une alimentation moins équilibrée que ceux de SSE plus élevés. Globalement, le CS n'était pas associé au SSE des adolescents. Des inégalités sociales de corpulence et de qualité de vie ont été révélées. Il n'a pas été mis en évidence qu'une intervention universelle permettait de réduire les inégalités sociales de corpulence. Des effets médiateurs des comportements dans l'association entre le SSE et l'état de santé ont été suggérés. **Conclusions :** Ces résultats soulignent l'importance de la prise en compte le milieu social des adolescents pour réduire les inégalités sociales de santé à cette période de la vie. Les comportements apparaissent comme des leviers importants de réduction des inégalités sociales de santé.
Mots clés : Comportement alimentaire, Activité physique, Sédentarité, Inégalités sociales de santé, Adolescence

Abstract

Background: During adolescence, the higher the socio-economic status (SES), the better the health status is and reflects the existence of social inequalities in health. These inequalities could be explained by the unequal distribution of lifestyles such as physical activity (PA), sedentary behaviour (SB) and dietary behaviour (DB) according to adolescents' SES. The associations between lifestyles and social inequalities in health are unclear among adolescents. **Objectives:** This thesis aimed to analyze the associations between lifestyles and social inequalities in health during adolescence through three objectives: 1) to describe lifestyles and their distribution according to adolescents' SES, 2) to evaluate the effectiveness of a public health intervention on the reduction of social inequalities in health among adolescents, and 3) to measure and quantify the mediating effects of lifestyles on social inequalities in health among adolescents. **Methods:** To address these objectives, data from two trials aimed at preventing overweight and obesity among adolescents were used: PRALIMAP (PRomotion de l'ALImentation et de l'Activité Physique) and PRALIMAP-INES (PRALIMAP-INEgalités de Santé). PA, SB were measured using the International Physical Activity Questionnaire and DB using a food frequency questionnaire. SES was defined using the Social Position Index of Students and the Family Affluence Scale. Statistical analyses included linear, mixed and logistic regression models and an analysis of latent transitions. **Results:** Low SES adolescents had lower levels of PA and less adapted DB than high SES ones. Overall, DB was not associated with adolescents' SES. Social inequalities in weight and quality of life were highlighted. There was no evidence that a universal intervention could reduce social inequalities in weight. Mediating effects of behaviours in the association between SES and health status were suggested. **Conclusions**: These results underline the importance of taking SES into account in order to reduce social inequalities in health among adolescents. Behaviours appear to be important levers to reduce social inequalities in health.
Keywords: Dietary behaviour, Physical activity, Sedentary behaviour, Social inequalities in health, Adolescence