



**HAL**  
open science

# Activité physique et sédentarité de l'adolescent et de l'adulte : facteurs associés, impact sur la santé, efficacité d'une intervention

Abdou-Moutawakirou Yacoubou Omorou

## ► To cite this version:

Abdou-Moutawakirou Yacoubou Omorou. Activité physique et sédentarité de l'adolescent et de l'adulte : facteurs associés, impact sur la santé, efficacité d'une intervention. Médecine humaine et pathologie. Université de Lorraine, 2015. Français. NNT : 2015LORR0198 . tel-01754459

**HAL Id: tel-01754459**

**<https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01754459v1>**

Submitted on 30 Mar 2018

**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.



## 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](mailto: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.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

ÉCOLE DOCTORALE BioSE (Biologie - Santé - Environnement)

Thèse

Présentée et soutenue publiquement pour l'obtention du titre de  
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE  
Mention : « Sciences de la Vie et de la Santé »

Par **Abdou-Moutawakirou Yacoubou OMOROU**

**ACTIVITÉ PHYSIQUE ET SÉDENTARITÉ DE L'ADOLESCENT ET DE L'ADULTE :  
Facteurs associés, impact sur la santé, efficacité d'une intervention**

Date : 13 Octobre 2015

**Membres du jury :**

**Rapporteurs :**

**Madame Pascale DUCHE,** *PR, EA 3533 Laboratoire des Adaptations Métaboliques à l'Exercice en conditions Physiologiques et Pathologiques (AME2P), Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.*

**Monsieur Christian PRADIER,** *PU-PH, Chef du département de Santé Publique, CHU de Nice, Nice.*

**Examineurs :**

**Madame Marie-Aline CHARLES,** *DR, CESP INSERM U1018, Épidémiologie du diabète, de l'obésité et des pathologies rénales : approche « vie entière » et déterminants nutritionnels précoces, Paris.*  
**Présidente du jury**

**Monsieur Bruno CHENUÉL,** *PU-PH, EA 3450 Développement, Adaptation et Handicap (DevAH), Université de Lorraine, Nancy.*

**Monsieur Serge BRIANÇON,** *PU-PH, EA 4360 APEMAC, Université de Lorraine, Nancy.*

**Madame Anne VUILLEMIN,** *PR, EA 4360 APEMAC, Université de Lorraine, Nancy.*  
**Directrice de thèse**

## REMERCIEMENTS

---

**Au Professeur Anne Vuillemin**, Voilà environ 3 ans que vous m'avez soutenu et accompagné dans ce projet ambitieux et combien exaltant. Grâce à votre confiance, votre disponibilité, votre dynamisme, j'ai pu surmonter à vos côtés toutes les difficultés et tous les obstacles avec confiance et sérénité. Qu'il me soit permis de vous témoigner toute ma gratitude.

**Au Professeur Serge Briançon**, votre disponibilité, votre sens pédagogique et votre confiance ont contribué à asseoir ma passion pour la recherche en épidémiologie et en santé publique. J'ai beaucoup appris à vos côtés et j'espère en apprendre davantage. Soyez-en remercié.

**Aux membres du jury**, c'est un grand honneur que vous me faites en acceptant de participer à ce jury de thèse.

**Au Professeur Francis Guillemin**, vous m'avez accueilli au sein de votre laboratoire de recherche où j'ai pu accomplir ce travail avec beaucoup de plaisir et de satisfaction. Veuillez accepter le témoignage de ma reconnaissance et de mon plus profond respect.

**A Edith Lecomte et Johanne Langlois (groupe de réunion de thèse)**, ce travail est aussi le votre. Merci pour tout ce que vous m'avez apporté tant sur le plan professionnel qu'humain.

**Au groupe PRALIMAP-INES** (Cécile Gaillard, Karine Legrand, Laura Saez, Laurent Muller, et les autres), qui m'a accueilli et permis de participer aux différentes étapes de cette étude.

**A mon père**, trop tôt disparu, in memoriam. Quel dommage que tu ne sois pas là pour admirer l'héritage que tu nous as laissé : Où que tu sois, trouve en ce travail le témoignage de mon amour infini.

**A ma mère**, Ce travail est le fruit des durs labeurs que tu as assumé avec amour, fierté et philosophie pour faire de nous ce que nous sommes.

**A mon oncle**, ton soutien inconditionnel, tes efforts ont toujours été pour moi la colonne vertébrale de tout mon parcours. Saches que pour moi tu es plus qu'un oncle, tu es un deuxième père. Merci pour tout.

**A toute ma famille**, je ne me suis jamais senti aussi proche de vous que depuis que je suis loin de vous. Vous m'avez toujours soutenu, encouragé et sans vous je ne serais certainement pas là aujourd'hui.

**Aux amis de la communauté togolaise de Nancy-Metz** (Moïse, Nelly, Yao, Fleur, Mimi et les autres), merci pour la solidarité et les bons moments passés ensemble : Barka! Akpé! Balgue bontchienne! N'labalè!

**Aux amis et collègues**, Justine, Momo, Fabien, Jonathan, Christine, Laetitia, Amandine(s), Marie-Line, Nelly et les autres.

**Au personnel de l'Ecole de Santé Publique et du Service d'Epidémiologie et Evaluation Clinique**, merci pour votre accueil.

**A l'ensemble des doctorants de l'EA 4360 APEMAC,**

**A tous ceux que j'aurais malencontreusement oublié de citer ici,**

**Et à vous que la vie n'a pas épargnée.**

*Un travail parfait n'est pas celui pour lequel il n'y a plus rien à ajouter, mais celui pour lequel il n'y a rien à retirer*

## TABLE DES MATIÈRES

---

<b>TABLEAUX .....</b>	<b>4</b>
<b>FIGURES.....</b>	<b>5</b>
<b>PUBLICATIONS.....</b>	<b>6</b>
<i>ARTICLES PUBLIÉS .....</i>	<i>6</i>
<i>ARTICLES SOUMIS .....</i>	<i>6</i>
<b>COMMUNICATIONS .....</b>	<b>7</b>
<i>ORALES.....</i>	<i>7</i>
<i>AFFICHÉES .....</i>	<i>8</i>
<b>ABREVIATIONS .....</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>10</b>
<b>1 PARTIE 1 : CONCEPTS, MESURE ET ÉTAT DE LA QUESTION .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 ACTIVITÉ PHYSIQUE ET SÉDENTARITÉ.....</b>	<b>15</b>
1.1.1 DÉFINITIONS .....	15
1.1.2 MESURE DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE ET DE LA SÉDENTARITÉ .....	16
1.1.2.1 Indicateurs.....	16
1.1.2.2 Outils de mesure .....	18
1.1.2.2.1 La mesure dite « objective » .....	18
1.1.2.2.2 La mesure par questionnaire .....	19
1.1.3 LES RECOMMANDATIONS SUR L'ACTIVITÉ PHYSIQUE ET LA SÉDENTARITÉ .....	20
1.1.3.1 Les recommandations sur l'activité physique .....	20
1.1.3.1.1 Les recommandations mondiales .....	20
1.1.3.1.2 Les recommandations françaises.....	23
1.1.3.2 Les recommandations sur la sédentarité.....	23
<b>1.2 INDICATEURS DE SANTÉ .....</b>	<b>25</b>
1.2.1 LE SURPOIDS ET L'OBÉSITÉ .....	25
1.2.1.1 Définition du surpoids et de l'obésité .....	25
1.2.1.2 Mesure du surpoids et de l'obésité.....	25
1.2.2 LA QUALITÉ DE VIE LIÉE À LA SANTÉ .....	30
1.2.2.1 Définition de la qualité de vie liée à la santé .....	30
1.2.2.2 Mesure de la qualité de vie liée à la santé.....	30
<b>1.3 ÉTAT DE LA QUESTION .....</b>	<b>32</b>
1.3.1 FACTEURS ASSOCIÉS À L'ACTIVITÉ PHYSIQUE ET À LA SÉDENTARITÉ .....	32
1.3.1.1 Facteurs associés à l'activité physique.....	33

1.3.1.1.1	Chez l'adolescent.....	36
1.3.1.1.2	Chez l'adulte.....	36
1.3.1.2	Facteurs associés à la sédentarité.....	38
1.3.1.2.1	Chez l'adolescent.....	39
1.3.1.2.2	Chez l'adulte.....	39
1.3.1.3	Activité physique et sédentarité : deux comportements différents mais pas indépendants	39
1.3.2	ACTIVITÉ PHYSIQUE, SÉDENTARITÉ ET ÉTAT DE SANTÉ .....	40
1.3.2.1	Activité physique, sédentarité et surpoids/obésité .....	41
1.3.2.2	Activité physique, sédentarité et qualité de vie liée à la santé.....	42
1.3.2.3	Bidirectionnalité des relations entre l'activité physique, la sédentarité et l'état de santé ...	42
1.3.3	EFFICACITÉ D'UNE INTERVENTION .....	43
<b>2</b>	<b>PARTIE 2 : PRÉSENTATION DES ÉTUDES.....</b>	<b>44</b>
<b>2.1</b>	<b>CHEZ LES ADOLESCENTS.....</b>	<b>46</b>
2.1.1	L'ESSAI PRALIMAP (PROMOTION DE L'ALIMENTATION ET DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE) .....	46
2.1.1.1	Objectifs .....	46
2.1.1.1.1	<i>Objectif principal</i> .....	46
2.1.1.1.2	<i>Objectifs secondaires</i> .....	46
2.1.1.2	Population .....	46
2.1.1.3	Schéma d'étude.....	47
2.1.1.4	Recueil des données.....	47
<b>2.2</b>	<b>CHEZ LES ADULTES .....</b>	<b>49</b>
2.2.1	LA COHORTE SU.VI.MAX .....	49
2.2.1.1	Contexte .....	49
2.2.1.2	Objectif.....	49
2.2.1.3	Population .....	49
2.2.1.4	Schéma d'étude.....	50
2.2.1.5	Recueil des données.....	50
2.2.2	LES BAROMÈTRES SANTÉ 2005 ET 2008 .....	51
2.2.2.1	Contexte .....	51
2.2.2.2	Objectifs .....	51
2.2.2.3	Population .....	51
2.2.2.4	Schéma d'étude.....	52
2.2.2.5	Recueil des données.....	52
<b>3</b>	<b>PARTIE 3 : RÉSULTATS.....</b>	<b>53</b>
<b>3.1</b>	<b>AXE 1 : LES FACTEURS ASSOCIÉS À L'ACTIVITÉ PHYSIQUE ET À LA SÉDENTARITÉ.....</b>	<b>54</b>
3.1.1	CHEZ LES ADOLESCENTS .....	55
3.1.1.1	Facteurs socio-économiques, familiaux et scolaires associés à l'activité physique à la sédentarité chez les adolescents (PRALIMAP) .....	55
3.1.2	CHEZ LES ADULTES.....	81
3.1.2.1	Profils d'activité physique et de sédentarité en population générale française et facteurs individuels et socio-économiques associés (Baromètre santé nutrition 2008) .....	81
<b>3.2</b>	<b>AXE 2 : IMPACT DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE ET DE LA SÉDENTARITÉ SUR LA SANTÉ.....</b>	<b>94</b>
3.2.1	CHEZ LES ADOLESCENTS .....	95
3.2.1.1	Activité physique, sédentarité et qualité de vie liée à la santé chez les adolescents: effets cumulatifs et relations bidirectionnelles ? (PRALIMAP).....	95
3.2.2	CHEZ LES ADULTES.....	117

3.2.2.1	Domaines d'activité physique et de sédentarité et qualité de vie liée à la santé en population adulte française : effets cumulatifs et relations bidirectionnelles ? (SU.VI.MAX).....	117
3.2.2.2	Contribution du sport dans la relation entre l'activité physique et la qualité de vie en population générale française (Baromètre santé 2005) .....	138
<b>3.3</b>	<b>AXE 3 : EFFICACITE D'UNE INTERVENTION .....</b>	<b>150</b>
3.3.1	ACTIVITÉ PHYSIQUE, SÉDENTARITÉ ET RÉDUCTION DU SURPOIDS ET DE L'OBÉSITÉ CHEZ L'ADOLESCENT (PRALIMAP) .....	150
<b>4</b>	<b>PARTIE 4 : DISCUSSION .....</b>	<b>161</b>
<b>4.1</b>	<b>PRINCIPAUX RÉSULTATS .....</b>	<b>161</b>
4.1.1	AXE 1: FACTEURS ASSOCIÉS À L'ACTIVITÉ PHYSIQUE ET À LA SÉDENTARITÉ .....	161
4.1.2	AXE 2 : IMPACT DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE ET DE LA SÉDENTARITÉ SUR LA SANTÉ .....	164
4.1.3	AXE 3 : EFFICACITÉ D'UNE INTERVENTION .....	166
<b>4.2</b>	<b>FORCES ET LIMITES .....</b>	<b>167</b>
4.2.1	LA MESURE DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE ET DE LA SÉDENTARITÉ.....	167
4.2.1.1	Utilisation des questionnaires et leurs limites .....	167
4.2.1.2	Non utilisation des méthodes « objectives » .....	168
4.2.1.3	Non utilisation de questionnaires spécifiques de la sédentarité .....	171
4.2.2	L'UTILISATION DES INDICATEURS INDIRECTS DE SANTÉ .....	171
<b>5</b>	<b>PARTIE 5 : PERSPECTIVES .....</b>	<b>172</b>
<b>5.1</b>	<b>PERSPECTIVES DE SANTÉ PUBLIQUE .....</b>	<b>172</b>
5.1.1	VERS UN UNIVERSALISME PROPORTIONNÉ COMME APPROCHE ? .....	172
<b>5.2</b>	<b>PERSPECTIVES DE RECHERCHE .....</b>	<b>174</b>
5.2.1	ACTIVITÉ PHYSIQUE ET SÉDENTARITÉ : LEVIERS POUR LA RÉDUCTION DES INÉGALITÉS SOCIALES DE SANTÉ ?..	174
5.2.2	L'ANALYSE BIDIRECTIONNELLE : UNE PREMIÈRE ÉTAPE DE L'ANALYSE DE CAUSALITÉ.....	175
5.2.3	VERS UNE MESURE PLUS OPTIMALE DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE ET DE LA SÉDENTARITÉ.....	176
	<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>179</b>
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>215</b>



## **TABLEAUX**

---

<b>Tableau 1 : Seuils et termes utilisés pour définir le statut pondéral de l'adulte .....</b>	<b>26</b>
<b>Tableau 2 : Seuils et termes utilisés pour définir le statut pondéral de l'enfant et de l'adolescent .....</b>	<b>27</b>
<b>Tableau 3 : Récapitulatif des différentes études et bases de données utilisées dans ce travail.....</b>	<b>45</b>

## FIGURES

---

Figure 1 : Schéma illustratif des 3 axes de recherche développés dans cette thèse.....	14
Figure 2 : Courbes de corpulence selon les valeurs de référence de Roland-Cachera et de l'IOTF.....	28
Figure 3 : Seuils de surpoids et d'obésité de l'enfant et de l'adolescent.....	29
Figure 4 : Adaptation du modèle écologique des facteurs associés à l'activité physique ...	34
Figure 5 : Modèle écologique de quatre domaines de la vie active.....	35
Figure 6 : Modèle écologique de quatre domaines de sédentarité .....	38
Figure 7 : Schéma d'attribution des stratégies dans les 24 lycées lorrains.....	48
Figure 8 : Aspects méthodologiques pouvant impacter la mesure de l'activité physique et de la sédentarité.....	170
Figure 9 : Approches pour la mesure de l'activité physique et de la sédentarité par questionnaire et par méthode électronique .....	170

## PUBLICATIONS

---

### *Articles publiés*

**Omorou YA, Erpelding M-L, Escalon H, Vuillemin A: Contribution of taking part in sport to the association between physical activity and quality of life. *Qual Life Res* 2013.**

**Omorou AY, Langlois J, Lecomte E, Vuillemin A, Briançon S: Adolescent Physical Activity and Sedentary Behavior: A Pathway in Reducing Overweight and Obesity. The PRALIMAP 2-Year Cluster Randomized Controlled Trial. *J Phys Act Health* 2014.**

**Omorou AY, Coste J, Escalon H, Vuillemin A: Patterns of physical activity and sedentary behaviour in the general population in France: cluster analysis with personal and socioeconomic correlates. *J Public Health (Oxf)* 2015.**

### *Articles soumis*

**Omorou YA, Langlois J, Lecomte E, Briançon S, Vuillemin A: Cumulative and bidirectional association of physical activity and sedentary behavior with health-related quality of life in adolescents. *Quality of life research*. [soumis].**

**Omorou YA, Vuillemin A, Menai M, Lata arche C, Kesse-Guyot E, Galan P, Hercberg S, Oppert JM, Briançon S: 10-year cumulative and bidirectional associations of physical activity and sedentary behaviour domains with health-related quality of life in French adults. *Prev Med*. [soumis].**

Langlois J, **Omorou YA**, Vuillemin A, Briançon S, Lecomte E. **Adolescents physical activity behaviours, socio-economic, family and school-related characteristics.** *Journal of Adolescence*. [soumis].

## COMMUNICATIONS

---

### *Orales*

**Omorou YA**, Langlois J, Lecomte E, Briançon S, Vuillemin A. Physical activity and sedentary behaviour: a pathway in reducing overweight and obesity. **5<sup>th</sup> International Congress on Physical Activity and Public Health, Rio de Janeiro, Brazil, 04-2013.**  
<http://www.icpaph2014.com/abstracts.pdf>

**Omorou YA**, Langlois J, Lecomte E, Briançon S, Vuillemin A. Cumulative and bidirectional relationship between physical activity, sedentary behaviour and health-related quality of life in adolescents. **10 th annual meeting and 5 th conference of Health-Enhancing Physical Activity Europe, Zurich, Suisse, 08-2014.**  
[http://www.ispm.uzh.ch/arbeitsbereiche/panh/hepaeurope2014/programme/hepa\\_europe\\_2014\\_book\\_of\\_abstracts.pdf](http://www.ispm.uzh.ch/arbeitsbereiche/panh/hepaeurope2014/programme/hepa_europe_2014_book_of_abstracts.pdf)

Langlois J, **Omorou YA**, Lecomte E, Briançon S, Vuillemin A. Socio-economic, family and school-related environments: Are they determinants of adolescents' physical activity and sedentary behaviour? **10 th annual meeting and 5 th conference of Health-Enhancing Physical Activity Europe, Zurich, Suisse, 08-2014.**  
[http://www.ispm.uzh.ch/arbeitsbereiche/panh/hepaeurope2014/programme/hepa\\_europe\\_2014\\_book\\_of\\_abstracts.pdf](http://www.ispm.uzh.ch/arbeitsbereiche/panh/hepaeurope2014/programme/hepa_europe_2014_book_of_abstracts.pdf)

**Omorou YA**, Vuillemin A, Menai M, Latarche C, Kesse-Guyot E, Galan P, Hercberg S, Oppert JM, Briançon S. 10-year cumulative and bidirectional associations of physical activity and sedentary behaviour domains with health-related quality of life in French adults. **20 th annual congress of the European College of Sport Science, Sustainable Sport, 24-27 June 2015, Malmö, Swenden.** <http://www.ecss-congress.eu/2015>.

### ***Affichées***

**Omorou YA**, Erpelding ML, Escalon H, Vuillemin A. Association entre le sport, l'activité physique et la qualité de vie. **Journées de la Prévention 2013. Paris, France, 06-2013.**  
<http://www.inpes.sante.fr/jp/cr/pdf/2013/OMOROU.pdf>.

**Omorou YA**, Langlois J, Lecomte E, Briançon S, Vuillemin A. Physical activity and sedentary behaviour: a pathway in reducing overweight and obesity. **9 th annual meeting and 4 th conference of Health-Enhancing Physical Activity Europe, Helsinki, Finland, 10-2013.**

**Omorou YA**, Langlois J, Lecomte E, Briançon S, Vuillemin A. Cumulative and bidirectional relationship between physical activity, sedentary behaviour and health-related quality of life in adolescents. **La Journée Scientifique de l'ED BioSE, Nancy, France, 25-03-2015.**

## ABREVIATIONS

---

**AP** : Activité Physique

**APS-ISS** : Activité Physique et Sédentarité - Inégalités Sociales de Santé

**ANR** : Agence Nationale de la Recherche

**CNAM** : Conservatoire National des Arts et Métiers

**DHP** : Duke Health Profile

**EAT** : Eating Attitudes Test

**GPAQ** : Global Physical Activity Questionnaire

**HAD** : Hospital Anxiety and Depression scale

**IMC** : Indice de Masse corporelle (kg/m<sup>2</sup>)

**INPES** : Institut National de Prévention et d'Éducation pour la Santé

**INSERM** : Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale

**IOTF** : International Obesity Task Force

**IPAQ** : International Physical Activity Questionnaire

**MAQ** : Modifiable Activity Questionnaire

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**PNNS** : Programme National Nutrition Santé

**PRALIMAP** : Promotion de l'ALIMENTATION et de l'Activité Physique

**PRALIMAP-Inès** : Promotion de l'ALIMENTATION et de l'Activité Physique – Inégalités de Santé

**QV** : Qualité de Vie

**QVLS** : Qualité de Vie Liée à la Santé

**SED** : Sédentarité

**SUVIMAX** : SUPPLEMENTATION en Vitamines et Minéraux Anti-oxydants

**WHOQOL-BREF** : World Health Organization Quality Of Life – Short Form

## INTRODUCTION

---

Les effets bénéfiques d'une pratique régulière d'activité physique sur la santé ont fait l'objet de nombreuses études épidémiologiques (1–3). Les bénéfices de l'activité physique sur la santé sont divers et peuvent être observés chez les adolescents, les adultes ou les personnes âgées, en population générale ou spécifique (personnes atteintes de pathologies chroniques par exemple). L'activité physique est associée à une réduction de la mortalité toutes causes confondues avec une relation de type dose-effet (plus le niveau d'activité physique est élevé, plus importante est la réduction de la mortalité) (2). Dans le monde, environ 9% de la mortalité dite prématurée, 6 à 10% des pathologies non transmissibles, pourraient être attribuées à une activité physique insuffisante (3). En plus de ses effets sur la santé physique, l'activité physique est aussi reconnue comme un déterminant de la santé perçue notamment de la qualité de vie liée à la santé (QVLS) (4,5). Un niveau d'activité physique élevé est associé à une meilleure QVLS avec cependant des variations selon le contexte de pratique (loisirs, professionnel, domestique etc.) (6).

A l'inverse de l'activité physique, la sédentarité a été reconnue comme étant un facteur de risque de mortalité et de morbidité indépendamment du niveau d'activité physique (7–10). Une étude australienne récente, portant sur un échantillon global de plus de 200 000 individus, a montré que 6,9% de la mortalité toutes causes confondues était liée à la sédentarité, indépendamment du niveau d'activité physique (10). Un temps de sédentarité élevé est associé à une augmentation du risque d'incidence de maladies cardiovasculaires, de cancer et de diabète de type 2 (9). A l'instar de l'activité physique, l'effet de la sédentarité s'observe aussi sur la QVLS. Un temps de sédentarité élevé est associé à des scores de QVLS plus faibles (11).

La reconnaissance de l'activité physique et de la sédentarité comme étant des comportements différents avec des effets propres sur la santé est assez récente dans le domaine de la recherche en santé. En effet, un individu peut avoir à la fois une activité physique régulière et une sédentarité importante (ex : 5 heures de temps passé assis chaque

jour au bureau puis 1 heure d'activité intense le soir 3, fois par semaine). De même, la physiologie de la sédentarité est différente de celle de l'activité physique ce qui conduit à des impacts différents sur la santé de ces deux comportements (12). La prise en compte simultanée de ces deux comportements est à ce jour une condition indispensable pour une meilleure efficacité des différents programmes de santé visant à améliorer la santé des populations. Elle suppose d'abord une meilleure compréhension de ces deux comportements et de leurs conséquences sur la santé des populations (effets propres et effets communs) puis une évaluation de l'efficacité des différentes interventions ou différents programmes visant à les améliorer.

L'activité physique et la sédentarité sont deux comportements qui relèvent des habitudes de vie avec des évolutions ou des changements selon la période vie (l'âge). L'enfance et surtout l'adolescence sont des périodes de la vie qui se caractérisent par un processus d'acquisition progressive des habitudes de vie tandis qu'à l'âge adulte les habitudes sont plus ou moins installées. Les différences de niveaux d'activité physique et de sédentarité s'observent chez les adolescents et les adultes (13,14). Celles-ci se traduisent par un niveau d'activité physique moins élevé lors du passage de l'enfance à l'adolescence et lors du passage de l'adolescence à l'âge adulte (14). Pour ce qui est de la sédentarité, elle augmente entre l'enfance et l'adolescence mais n'augmente pas de façon significative entre l'adolescence et l'âge adulte (14). Les différences de pratique d'activité physique et de sédentarité sont liées aux contextes de pratique. Par exemple, l'activité physique globale à l'adolescence ne prédit pas l'activité physique à l'âge adulte tandis que l'activité physique de loisirs et le déplacement actif (transport actif) de l'adolescent sont des prédicteurs importants de l'activité physique du futur adulte (15). En termes de compréhension de comportements et d'actions à mettre en place pour les modifier, il est essentiel de distinguer ces deux périodes de la vie (adolescence et âge adulte).

L'objectif de cette thèse est d'analyser les relations entre l'activité physique, la sédentarité et la santé en population française (adolescente et adulte) en se basant sur l'hypothèse que pour pouvoir modifier un comportement il y a trois étapes indispensables : 1) décrire et caractériser le comportement (importance et répartition du comportement au sein de la population cible) ; 2) mesurer l'impact du comportement sur l'état de santé de la population



(comprendre ses conséquences sur la santé) ; 3) mettre en place des programmes de prévention et mesurer leur efficacité (tester le caractère changeable du comportement et les répercussions sur l'état de santé). En lien avec ces trois étapes, notre travail a consisté à étudier ces comportements (activité physique et sédentarité) en distinguant trois axes (**Figure 1**) :

**Axe 1 : Identifier les facteurs associés à l'activité physique et à la sédentarité.** Cette partie a consisté à décrire ces comportements en termes de fréquence, durée, intensité et contextes de pratiques ainsi qu'à identifier les facteurs associés à ces comportements. C'est une étape essentielle pour la compréhension de ces comportements et leur caractérisation au sein de la population. Ces facteurs associés peuvent être propres à l'activité physique et à la sédentarité ou communs aux deux. Leur identification peut alors servir de leviers pour des actions de prévention ciblées.

**Axe 2 : Mesurer l'impact de l'activité physique et de la sédentarité sur la santé.** Cette étape a consisté à analyser les liens entre l'activité physique, la sédentarité et certains indicateurs de l'état de santé. Dans ce travail la corpulence (l'indice de masse corporelle, le surpoids et l'obésité) et la qualité de vie liée à la santé sont utilisées comme indicateurs de l'état de santé.

**Axe 3: Evaluer l'efficacité d'une intervention ayant pour objectif l'augmentation de l'activité physique et la réduction de la sédentarité.** Cette partie a consisté à évaluer l'efficacité d'une intervention en termes de changements de comportements (changements en activité physique et sédentarité) d'une part et le lien entre ces changements et l'évolution de l'état de santé d'autre part.

La suite de cette thèse sera structurée en cinq parties selon le plan suivant :

- Dans la première partie, nous donnerons des définitions des différents concepts abordés dans ce travail ainsi que la façon dont ils ont été mesurés dans les études épidémiologiques puis un état de la question sur l'activité physique, la sédentarité et l'état de santé (surpoids, obésité et QVLS) sera fait.

- La deuxième partie sera consacrée à la description des différentes études et enquêtes épidémiologiques dont les données ont été utilisées dans cette thèse.
- La troisième partie portera sur les résultats issus des différents travaux. Ces résultats seront présentés selon les trois axes de recherche cités plus haut.
- Dans la partie quatre, nous discuterons ces résultats en soulevant les forces et faiblesses de ce travail.
- Dans la cinquième et dernière partie, une conclusion générale sur cette thèse puis les perspectives en termes de recherche et de santé publique qui pourront faire suite à ce travail seront détaillées.

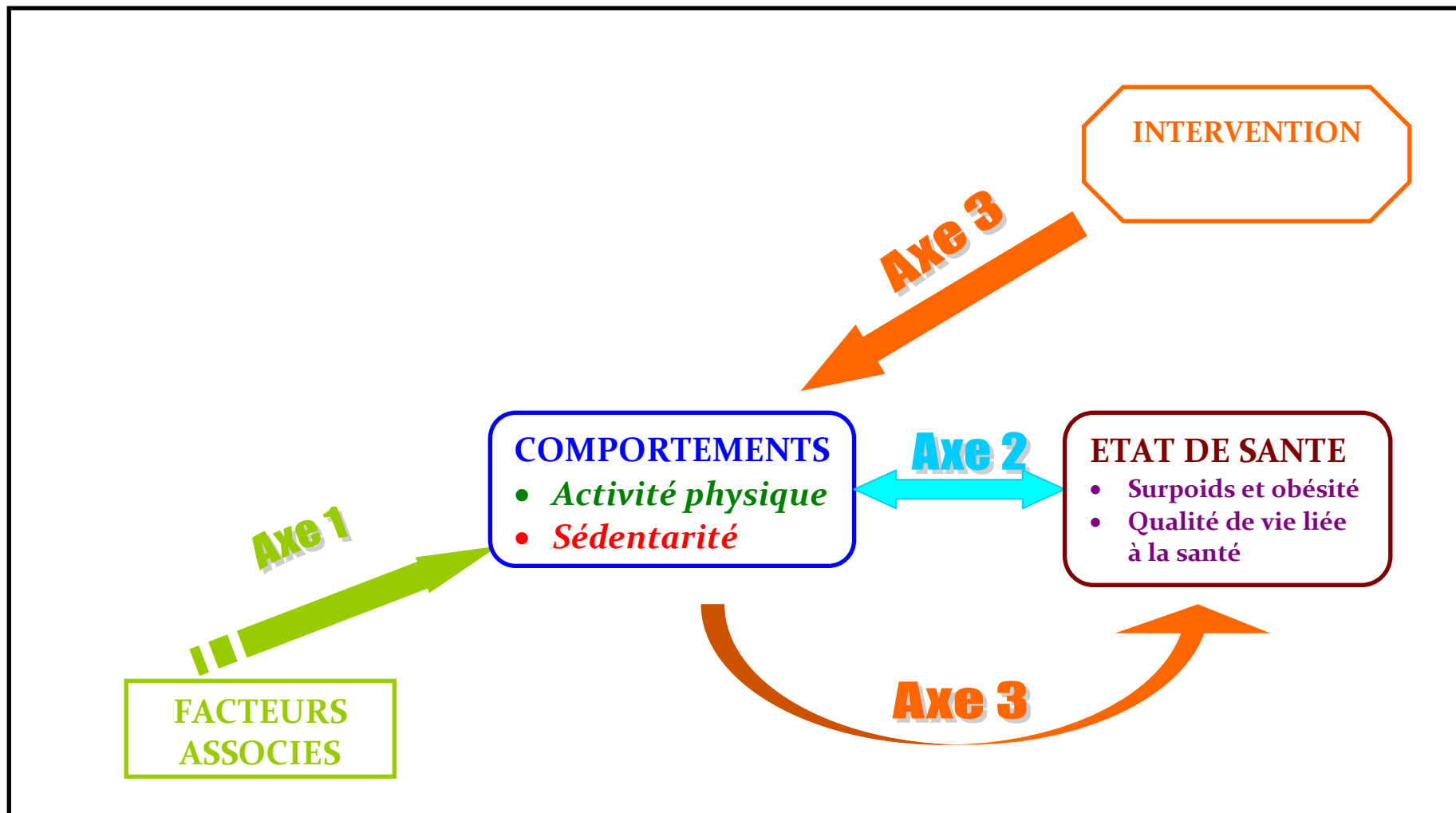


Figure 1 : Schéma illustratif des 3 axes de recherche développés dans cette thèse

## 1 PARTIE 1 : CONCEPTS, MESURE ET ÉTAT DE LA QUESTION

---

### 1.1 ACTIVITÉ PHYSIQUE ET SÉDENTARITÉ

#### 1.1.1 Définitions

Selon Caspersen *et al.* (16), 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*** ». Elle regroupe des notions diverses comme l'exercice physique, le sport et peut se pratiquer dans des conditions et des domaines différents.

La notion de sédentarité est restée longtemps assez mal définie dans le champ de la recherche. Encore récemment, il existait deux définitions assez éloignées de la sédentarité. La première considérant que la sédentarité correspondait aux activités avec une dépense énergétique faible ( $\leq 1,5$  METs) ou aux positions assises ou couchées (17,18). D'autres auteurs considéraient comme personnes sédentaires, celles dont l'activité physique n'atteignait pas les niveaux recommandés (19). Ces deux définitions correspondent au fait que la sédentarité a d'abord été considérée comme une absence d'activité physique. Cependant, il est maintenant de plus en plus clair que la sédentarité n'est pas seulement une absence d'activité physique mais un concept à part entière lié au fait qu'un individu qui est physiquement actif peut aussi avoir un comportement sédentaire important lié à son travail, aux moyens de déplacement qu'il utilise ou à certains comportements de loisirs. Pour clarifier les concepts de sédentarité et d'inactivité physique, un consensus (20) récent propose de définir la sédentarité comme « ***tout comportement, en période d'éveil, caractérisé par une dépense énergétique  $\leq 1,5$  METs que ce soit en position assise ou couchée*** ». Le terme d'inactivité physique se définit comme étant « ***un niveau d'activité physique n'atteignant pas les recommandations (pratique insuffisante d'activité physique modérée à intense)*** ».

## 1.1.2 Mesure de l'activité physique et de la sédentarité

### 1.1.2.1 Indicateurs

Au vu de la définition de l'activité physique par Caspersen *et al.* (16), la mesure de l'activité physique est restée longtemps cantonnée à la notion de dépense énergétique qu'elle engendre. Cette dépense énergétique dépend de trois paramètres principaux :

- **La fréquence** : elle correspond à la régularité avec laquelle une activité physique est pratiquée (exemple : le nombre de jours par semaine).
- **La durée** : elle correspond au temps pendant lequel une activité physique est pratiquée (exemple : le nombre de minutes consécutives pour chaque activité pratiquée).
- **L'intensité** : elle correspond au degré d'implication ou d'investissement physique nécessaire à la pratique d'une activité physique donnée. Elle renvoie aux notions de pourcentage de puissance ou de niveau d'effort lors de la pratique (énergie déployée lors de la pratique) (21). L'intensité d'une activité physique dépend de l'activité en elle-même mais aussi de la personne qui la pratique (son expérience, sa condition physique, ...).

Ces trois paramètres permettent de calculer la dépense énergétique relative à une activité physique. Cette dépense énergétique correspond au produit de la fréquence par la durée et par l'intensité de l'activité physique. L'unité de mesure de la dépense énergétique est le METs.durée (minutes ou heures) /semaine. Le MET (Metabolic Equivalent Task) correspond au coût énergétique de l'activité (i.e. son niveau de dépense énergétique rapporté à la dépense énergétique de repos). Chaque forme d'activité physique répertoriée a fait l'objet de l'attribution d'un coût énergétique synthétisé dans le compendium des activités physiques dont la dernière version a été révisée en 2011 (22). Pour une activité physique donnée, sa dépense énergétique est calculée de la façon suivante :

$$\text{Dépense énergétique (METs.minutes ou heures/semaine)} = \text{Coût énergétique (METs)} \times \text{durée (minutes ou heures)} \times \text{fréquence (jours)}$$

Même si certains auteurs proposent plusieurs niveaux d'intensité de l'activité physique (23), classiquement, trois niveaux d'intensité peuvent être définis selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (21) :

- **Activité physique d'intensité élevée** : elle correspond à une activité physique demandant un effort important avec un souffle qui se raccourcit et une accélération importante de la fréquence cardiaque. L'individu respire beaucoup plus difficilement que normalement et ne peut pas faire d'autres activités en parallèle telle que chanter par exemple. une activité physique est dite « d'intensité élevée » lorsque son coût énergétique est supérieur à 6 METs.

Exemple : courir, grimper une côte à vive allure, nager vite, soulever des charges très lourdes, sport de compétition.

- **Activité physique d'intensité modérée** : elle demande un effort moyen avec une accélération modérée de la fréquence cardiaque. L'individu respire un peu plus difficilement que normalement. Une activité physique est dite « d'intensité modérée » lorsque son coût énergétique est compris entre 3-6 METs.

Exemple: jardinage, bricolage, marche d'un pas vif, danse.

- **Activité physique d'intensité faible** : elle correspond à une activité physique qui ne peut être qualifiée ni d'intensité élevée ni modérée. L'effort demandé est faible, il n'y a pas ou peu d'accélération de la fréquence cardiaque. Une activité physique est dite « d'intensité faible » lorsque le coût énergétique est inférieur à 3 METs.

Exemple: la marche normale.

Cependant, il est de plus en plus reconnu que la seule notion de dépense énergétique est insuffisante pour mesurer l'activité physique dans sa globalité ainsi que ses effets sur la santé des individus. L'activité physique se caractérise non seulement par la dépense énergétique mais aussi par le type d'activité physique (« en charge vs. en décharge », « dynamique vs. statique », « endurance vs. résistance »...), le contexte (loisirs, professionnelle, domestique, transport ou déplacement) et l'environnement de pratique (milieu naturel vs milieu construit, milieu aquatique, ...).

La sédentarité est restée assez longtemps mal mesurée même si actuellement il existe de plus en plus d'outils spécifiques (24–26). A l'instar de la mesure de l'activité physique, celle de la sédentarité est de mieux en mieux affinée en recherche et prend en compte différents paramètres. Ainsi, la sédentarité peut être de nature subie (exemple: temps passé assis dans le cadre de son travail) ou voulue (temps passé assis pendant son temps de loisirs). La sédentarité peut aussi correspondre à des activités différentes telles que le temps passé allongé, le temps passé devant un écran (télévision, jeux vidéo, ordinateur ...), le temps passé à lire et autres formes.

Un récent travail de consensus (27) a proposé une classification du comportement sédentaire en fonction de plusieurs paramètres tels que le but ou le contexte (travail, loisirs, déplacement, domestique ...), la posture (assise, couchée ou autre), l'environnement (physique, communauté, lieu), etc.

#### **1.1.2.2 Outils de mesure**

La mesure dite « objective » et celle faite par questionnaire sont les deux façons de mesurer l'activité physique et la sédentarité. Ces deux méthodes sont parfois opposées mais elles apportent chacune des informations différentes et complémentaires (28).

##### **1.1.2.2.1 La mesure dite « objective »**

Elle utilise des instruments (podomètres, accéléromètres,...) permettant d'enregistrer et de caractériser les mouvements et postures effectués par l'individu au cours d'une période donnée (29–32). Comme toute méthode de mesure, elle a des avantages et des inconvénients (33). Ce type de mesure a l'avantage de la précision mais avec des inconvénients tels que la difficulté à respecter le protocole de port (la méthode adéquate de port du matériel), le coût élevé, la logistique associée à son utilisation à grande échelle ainsi qu'à rendre compte des éléments sur le contexte de pratique. Ces instruments de mesure n'ont pas été utilisés dans les enquêtes et les études analysées dans cette thèse.

#### 1.1.2.2.2 La mesure par questionnaire

Elle permet à l'individu de répondre de façon rétrospective à des questions sur sa pratique habituelle d'activité physique. Le principal inconvénient des questionnaires est celui de potentiels biais de mesure liés à la capacité de remémoration de l'événement mesuré par le sujet (biais de mémorisation) ou à la compréhension ou l'interprétation que peut avoir le sujet par rapport à la question posée. Mais les questionnaires ont les avantages du coût peu élevé, de la possibilité d'utilisation à grande échelle et de la capacité d'apporter des informations supplémentaires en tenant compte du caractère complexe et multidimensionnel de l'activité physique et de la sédentarité (34).

Trois questionnaires de mesure de l'activité physique et de la sédentarité ont été utilisés dans ce travail :

- a. **L'IPAQ (International Physical Activity Questionnaire)** est un questionnaire générique de mesure de l'activité physique et de la sédentarité. Il a été développé et validé au niveau international sur une population âgée de 15 à 69 ans dans le but d'avoir des mesures standardisées afin d'assurer la comparabilité des résultats au niveau international (**Annexe 1**) (35,36). Il permet de mesurer l'activité physique des 7 jours précédents et propose comme indicateurs la fréquence (le nombre de jours par semaine), la durée (la durée de chaque épisode d'activité physique) et l'intensité (élevée, modérée ou marche). Ces trois indicateurs permettent de calculer la dépense énergétique totale ainsi que le niveau global d'activité physique (faible, modéré et élevé) qui sont définis selon un guide (37). La sédentarité est mesurée par le temps total passé assis par jour.
  
- b. **Le GPAQ (Global Physical Activity Questionnaire)** est un questionnaire de mesure de l'activité physique et de la sédentarité développé par un groupe de travail de l'OMS dans le cadre du projet STEPS sur la surveillance mondiale des maladies non transmissibles (WHO STEPwise approach to non-communicable diseases surveillance) (38). Il a été développé en langue anglaise puis traduit par l'OMS dans différentes langues dont le Français (**Annexe 2**) (39). En plus des indicateurs classiques d'activité physique (fréquence, durée et intensité), ce questionnaire évalue l'activité physique en fonction de trois contextes différents (les activités au travail, se déplacer d'un



endroit à l'autre et les activités de loisirs). Une question sur le temps passé assis par jour est associée à ce questionnaire.

- c. **Le MAQ (Modifiable Activity Questionnaire)** permet de mesurer l'activité physique des 12 derniers mois dans les contextes professionnels et de loisirs (40). Il mesure la durée, la fréquence et l'intensité de l'ensemble des activités d'une durée minimale de 10 minutes par session et pratiquées au moins 10 fois durant les 12 derniers mois (**Annexe 3**). Les propriétés psychométriques de la version française de ce questionnaire ont été analysées (41).

### **1.1.3 Les recommandations sur l'activité physique et la sédentarité**

L'activité physique et la sédentarité étant reconnues comme déterminants importants de la santé des populations, les instances nationales et internationales ont émis des recommandations de santé publique vis-à-vis de ces deux comportements.

#### **1.1.3.1 Les recommandations sur l'activité physique**

##### **1.1.3.1.1 Les recommandations mondiales**

Au niveau mondial, l'OMS a mis au point des recommandations mondiales sur l'activité physique pour la santé dans le but de fournir aux décideurs politiques nationaux et régionaux des indications sur la relation dose-effet entre la fréquence, la durée, l'intensité, le type et la quantité totale d'activité physique nécessaire pour prévenir les maladies non transmissibles (42). Ces recommandations concernent trois groupes d'âge : les 5-17 ans, les 18-64 ans, et les plus de 64 ans.

- a. **Chez les enfants et les adolescents (5 à 17 ans)** : Pour les enfants et jeunes gens de cette classe d'âge, l'activité physique englobe notamment le jeu, les sports, les déplacements, les activités récréatives, l'éducation physique ou l'exercice planifié, dans le contexte familial, scolaire ou communautaire. Pour améliorer l'endurance cardio-respiratoire, la forme musculaire et l'état osseux et réduire le risque de maladies non transmissibles, il est recommandé ce qui suit :

- Les enfants et jeunes gens de 5 à 17 ans devraient accumuler au moins 60 minutes par jour d'activité physique d'intensité modérée à soutenue.
- La pratique d'une activité physique pendant plus de 60 minutes par jour apportera 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.

**b. Chez les adultes (18 à 64 ans) :** Pour les adultes de cette classe d'âge, l'activité physique englobe notamment les activités récréatives ou les loisirs, les déplacements (par exemple la marche ou le vélo), les activités professionnelles (par exemple le travail), les tâches ménagères, le jeu, les sports ou l'exercice planifié, dans le contexte quotidien, familial ou communautaire. Pour améliorer l'endurance cardio-respiratoire, la forme musculaire et l'état osseux et réduire le risque de maladies non transmissibles et de dépression, il est recommandé ce qui suit :

- Les adultes âgés de 18 à 64 ans devraient pratiquer au moins, au cours de la semaine, 150 minutes d'activité d'endurance d'intensité modérée **ou** au moins 75 minutes d'activité d'endurance d'intensité soutenue, **ou** une combinaison équivalente d'activités d'intensité modérée et soutenue.
- L'activité d'endurance devrait être pratiquée par périodes d'au moins 10 minutes.
- Pour pouvoir en retirer des bénéfices supplémentaires sur le plan de la santé, les adultes de cette classe d'âge devraient augmenter la durée de leur activité d'endurance d'intensité modérée de façon à atteindre 300 minutes par semaine **ou** pratiquer 150 minutes par semaine d'activité d'intensité soutenue, **ou** une combinaison équivalente d'activités d'intensité modérée et soutenue.
- Des exercices de renforcement musculaire faisant intervenir les principaux groupes musculaires devraient être pratiqués au moins deux jours par semaine.

- c. Chez les personnes âgées (65 ans et plus) :** Pour les adultes de cette classe d'âge, l'activité physique englobe notamment les activités récréatives ou les loisirs, les déplacements (par exemple la marche ou le vélo), les activités professionnelles (si la personne travaille encore), les tâches ménagères, les activités ludiques, les sports ou l'exercice planifié, dans le contexte quotidien, familial ou communautaire. Pour améliorer l'endurance cardio-respiratoire, la forme musculaire et l'état osseux et fonctionnel et réduire le risque de maladies non transmissibles, de dépression et de détérioration de la fonction cognitive, il est recommandé ce qui suit :
- Les personnes âgées de 65 ans ou plus devraient pratiquer au moins, au cours de la semaine, 150 minutes d'activité d'endurance d'intensité modérée **ou** au moins 75 minutes d'activité d'endurance d'intensité soutenue, **ou** une combinaison équivalente d'activité d'intensité modérée et soutenue.
  - L'activité d'endurance devrait être pratiquée par périodes d'au moins 10 minutes.
  - Pour pouvoir en retirer des bénéfices supplémentaires sur le plan de la santé, les adultes de cette classe d'âge devraient augmenter la durée de leur activité d'endurance d'intensité modérée de façon à atteindre 300 minutes par semaine, **ou** pratiquer 150 minutes par semaine d'activité d'endurance d'intensité soutenue, **ou** une combinaison équivalente d'activité d'intensité modérée et soutenue.
  - Les adultes de cette classe d'âge dont la mobilité est réduite devraient pratiquer une activité physique visant à améliorer l'équilibre et à prévenir les chutes au moins trois jours par semaine.
  - Des exercices de renforcement musculaire faisant intervenir les principaux groupes musculaires devraient être pratiqués au moins deux jours par semaine.
  - Lorsque des personnes âgées ne peuvent pas pratiquer la quantité recommandée d'activité physique en raison de leur état de santé, elles devraient être aussi actives physiquement que leurs capacités et leur état le leur permet.

En résumé, la recommandation principale demeure celle relative à la durée de pratique qui est de 60 minutes par jour chez les enfants et les adolescents et de 150 minutes par semaine d'activité modérée (ou 75 minutes par semaine d'activité physique intense) chez les adultes et les personnes âgées. Il est à noter que chez les enfants et les adolescents, une recommandation supplémentaire porte sur la nécessité d'avoir au moins trois jours d'activité physique intense par semaine. Ces recommandations globales font souvent l'objet de transposition ou parfois d'adaptation au niveau national à travers les différents programmes de santé publique mis en place dans différents pays (43,44).

#### **1.1.3.1.2 Les recommandations françaises**

En France, les recommandations sur l'activité physique pour la santé sont celles du Programme National Nutrition Santé (PNNS) 2011-2015 qui concernent deux groupes d'âge (45).

- a. Chez les adultes (18 ans et plus) :** Pour la santé, il est recommandé de pratiquer l'équivalent d'au moins 30 minutes de marche rapide par jour.
- b. Chez les adolescents (13 à 17 ans) :** Pour la santé, il est recommandé de pratiquer l'équivalent d'au moins 60 minutes (1 heure) de marche rapide par jour.

Ces recommandations sont actuellement en cours de réactualisation.

#### **1.1.3.2 Les recommandations sur la sédentarité**

Si pour l'activité physique, les recommandations de santé publique sont claires et précises tant au niveau national qu'international, celles sur les comportements sédentaires restent assez peu précises voire inexistantes. Ceci est lié au fait que la reconnaissance de la sédentarité comme comportement à part entière et différent de l'activité physique (la sédentarité n'étant pas forcément un manque d'activité physique) reste assez récent. Des travaux montrent que plus le temps de sédentarité est élevé, plus importants sont les risques de mortalité et de morbidité (7–9). A ce jour, il n'existe pas de recommandations mondiales sur le seuil de sédentarité qui serait non délétère pour la santé. Cependant, certains pays comme le Canada et l'Australie ont pris une certaine avance en proposant des recommandations nationales sur la sédentarité (43,46). La Société Canadienne de Physiologie de l'Exercice (SCPE) a ainsi proposé les recommandations suivantes (46) :

Afin de profiter des bienfaits pour leur santé, les enfants âgés de 5 à 11 ans et les jeunes âgés de 12 à 17 ans doivent diminuer chaque jour le temps consacré à des activités sédentaires. Ceci peut être accompli :

- en limitant le temps de loisirs passé devant l'écran à moins de 2 heures par jour ; moins de temps passé devant l'écran est associé à des bienfaits supplémentaires pour la santé.
- en diminuant les déplacements en véhicule motorisé et en réduisant le temps passé assis à l'intérieur pendant la journée.

En France, à ce jour, il n'existe pas de recommandations précises relatives à la sédentarité. Que ce soit pour l'activité physique ou pour la sédentarité, les recommandations, lorsqu'elles existent, dissocient clairement des groupes de populations par constitution de différentes classes d'âges : les enfants (0 à 5 et 5 à 12 ans), les adolescents (13 à 17 ans), les adultes (18 à 64 ans) et les personnes âgées (65 ans et plus). Ce qui signifie qu'en matière d'activité physique et de sédentarité, ces groupes de populations doivent être considérés de façons différentes. Notre travail porte sur deux de ces groupes (les adolescents et les adultes).

## 1.2 INDICATEURS DE SANTÉ

---

Les indicateurs de santé sont utilisés dans le cadre des démarches diagnostiques qui visent à mettre en évidence les besoins et les problèmes de santé d'une population donnée. Il existe deux grandes catégories d'indicateurs de santé que sont les indicateurs de mortalité (taux de mortalité, espérance de vie ...) et les indicateurs de morbidité (la prévalence, l'incidence ...). Dans ce travail, nous nous intéressons à deux indicateurs de morbidité que sont : la prévalence du surpoids et de l'obésité et la QVLS.

### 1.2.1 Le surpoids et l'obésité

#### 1.2.1.1 Définition du surpoids et de l'obésité

L'OMS définit l'obésité comme « ***une accumulation anormale ou excessive de graisses dans les tissus adipeux, pouvant engendrer des problèmes de santé*** » (47) dont les causes sont liées à un bilan énergétique positif et une prise de poids non souhaitable. Cette accumulation excessive de graisses peut avoir des conséquences sur la santé selon sa répartition dans le corps (répartition abdominale dite obésité androïde et répartition plus uniforme dite gynoïde).

#### 1.2.1.2 Mesure du surpoids et de l'obésité

La définition du surpoids et de l'obésité repose sur la mesure de plusieurs types d'indicateurs plus ou moins fiables parmi lesquels l'indice de masse corporelle (IMC). L'IMC encore appelé indice de Quételet, est un indice simple du poids d'un individu rapporté à sa taille au carré :  $IMC (kg/m^2) = Poids (en kg) / [Taille (m)]^2$ . Au regard de la définition du surpoids et de l'obésité, l'IMC n'est qu'un indicateur indirect du fait qu'il ne mesure pas la masse grasseuse. Pour un même IMC, la part de la masse grasseuse d'un individu peut varier selon le sexe (la masse grasseuse est plus importante chez la femme que chez l'homme), l'âge (la masse grasseuse augmente avec l'âge) (48,49). Cependant, cette mesure indirecte est la plus utilisée. Elle présente les avantages d'un coût moins élevé, d'une facilité d'utilisation en routine. Les informations fournies par l'IMC peuvent être éventuellement complétées par d'autres mesures telles que le pli cutané, le périmètre abdominal, le rapport tour de taille/tour de hanche etc.

La définition du surpoids et de l'obésité est liée à l'identification des seuils d'IMC. Chez l'adulte, l'IMC est corrélé à la quantité de masse grasseuse et constitue la mesure la plus utilisée pour évaluer le surpoids et l'obésité au niveau de la population car elle s'applique aux deux sexes et à toutes les tranches d'âge adulte. L'OMS définit le surpoids par un IMC égal ou supérieur à 25 kg/m<sup>2</sup> et l'obésité égal ou supérieur à 30 kg/m<sup>2</sup> (**Tableau 1**).

**Tableau 1 : Seuils et termes utilisés pour définir le statut pondéral de l'adulte**

Seuils d'IMC (kg/m <sup>2</sup> )	Termes
< 18.5	Maigre
18.5 - 24.9	Corpulence normale
25 - 29.9	Surpoids
30 - 34.9	Obésité modérée
35 - 39.9	Obésité sévère
≥ 40	Obésité morbide

Chez l'enfant et l'adolescent, ces seuils sont variables en fonction du sexe et de l'âge. L'augmentation continue de la taille et du poids chez l'enfant et l'adolescent (période de croissance) et le fait que le calcul de l'IMC dépend de ces paramètres justifient la variabilité de ces seuils. Des études nationales et internationales portant sur un nombre plus ou moins important d'enfants et d'adolescents ont permis de déterminer des seuils de surpoids et d'obésité en fonction du sexe et de l'âge. En France, nous avons la courbe de Rolland-Cachera (49) qui sert de référence et les courbes de l'IOTF (International Obesity Task Force) (50) et de l'OMS (51,52) qui servent de références au niveau international.

Chez l'enfant et l'adolescent le surpoids et l'obésité sont définis par un IMC égal ou supérieur au 97<sup>ème</sup> percentile des courbes de corpulence de Rolland-Cachera ou égal ou supérieur au seuil IOTF-25. Contrairement aux courbes de corpulence de l'IOTF, les courbes de corpulence de Rolland-Cachera ne permettent pas de différencier le surpoids de l'obésité chez l'enfant et l'adolescent. Les courbes de corpulence de l'enfant et de l'adolescent du PNNS sont une combinaison des courbes de Rolland-Cachera et de l'IOTF. (**Tableau 2, Figures 2 & 3**).

**Tableau 2 : Seuils et termes utilisés pour définir le statut pondéral de l'enfant et de l'adolescent**

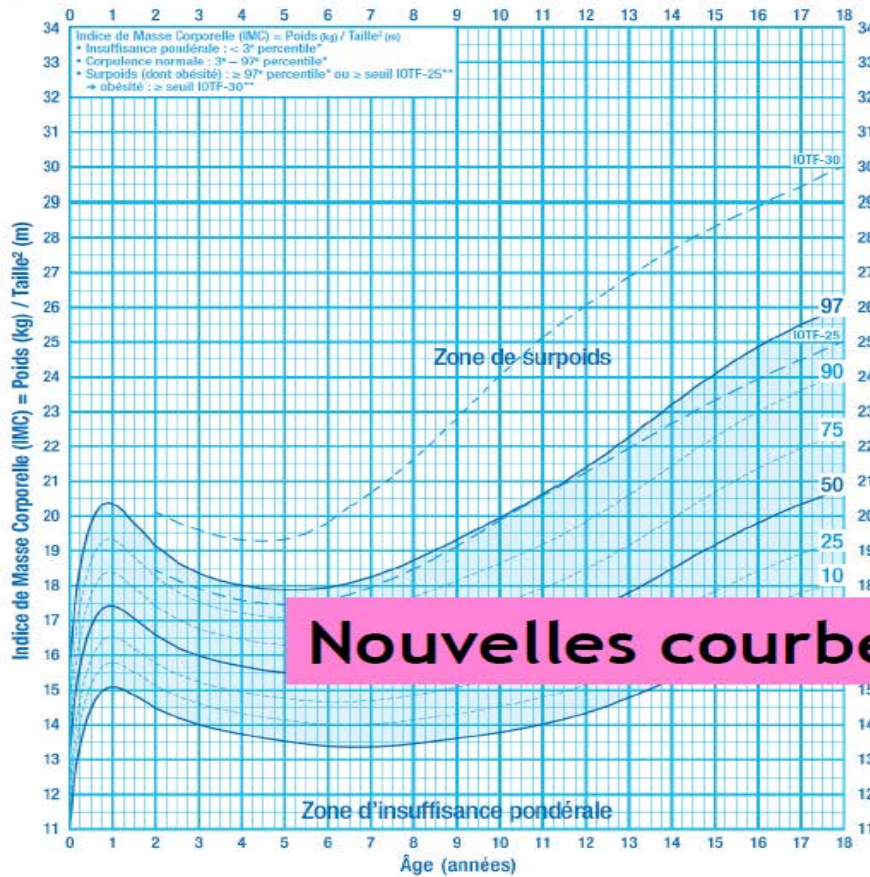
Courbes IOTF		Courbes de Rolland-Cachera	
Seuils d'IMC	Termes	Seuils d'IMC	Termes
IMC < IOTF-18.5	Maigreur	IMC < 3 <sup>ème</sup> percentile	Insuffisance pondérale
IOTF-18.5 ≤ IMC < IOTF-25	Corpulence normale	3 <sup>ème</sup> percentile ≤ IMC < 97 <sup>ème</sup> percentile	Corpulence normale
IOTF-25 ≤ IMC < IOTF-30	Surpoids	IMC ≥ 97 <sup>ème</sup> percentile	Surpoids
≥ IOTF-30	Obésité		



### Courbe de Corpulence chez les garçons de 0 à 18 ans

Références françaises et seuils de l'International Obesity Task Force (IOTF)

Nom: \_\_\_\_\_ Prénom: \_\_\_\_\_ Date de naissance: \_\_\_\_\_



**Nouvelles courbes PNNS/INPES 2010**

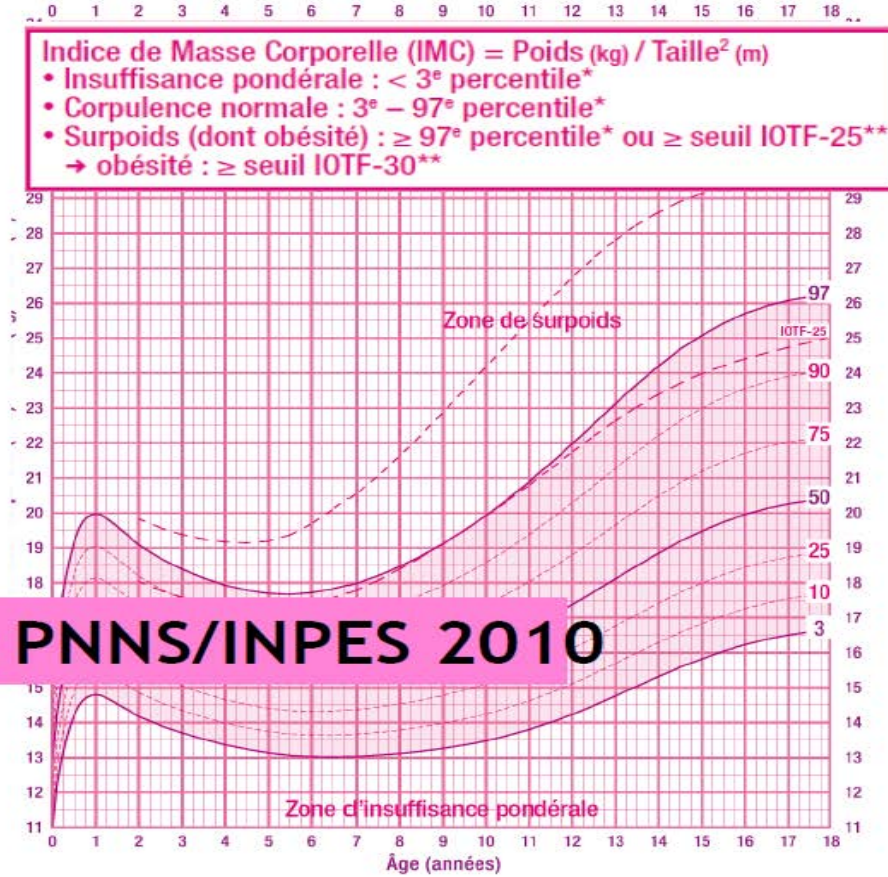
Pour chaque enfant, le poids et la taille doivent être mesurés régulièrement. L'IMC est calculé et reporté sur la courbe de corpulence.  
 Courbes de l'IMC diffusées dans le cadre du PNNS à partir des références françaises\* issues des données de l'étude séquentielle française de croissance du Centre International de l'Enfance (Pr Michel Sempé), complétées par les courbes de référence de l'International Obesity Task Force (IOTF)\*\* atteignant les valeurs 25 pour le surpoids (IOTF-25) et 30 pour l'obésité (IOTF-30) à l'âge de 18 ans.  
 \* Références françaises: Roland Cachera et coll. Eur J Clin Nutr 1991;45:13-21.  
 \*\* Références internationales (IOTF): Cole et coll. BMJ 2000;320:1-6.



### Courbe de Corpulence chez les filles de 0 à 18 ans

Références françaises et seuils de l'International Obesity Task Force (IOTF)

Nom: \_\_\_\_\_ Prénom: \_\_\_\_\_ Date de naissance: \_\_\_\_\_



**Indice de Masse Corporelle (IMC) = Poids (kg) / Taille<sup>2</sup> (m)**

- Insuffisance pondérale : < 3<sup>e</sup> percentile\*
- Corpulence normale : 3<sup>e</sup> – 97<sup>e</sup> percentile\*
- Surpoids (dont obésité) : ≥ 97<sup>e</sup> percentile\* ou ≥ seuil IOTF-25\*\*
- obésité : ≥ seuil IOTF-30\*\*

Pour chaque enfant, le poids et la taille doivent être mesurés régulièrement. L'IMC est calculé et reporté sur la courbe de corpulence.  
 Courbes de l'IMC diffusées dans le cadre du PNNS à partir des références françaises\* issues des données de l'étude séquentielle française de croissance du Centre International de l'Enfance (Pr Michel Sempé), complétées par les courbes de référence de l'International Obesity Task Force (IOTF)\*\* atteignant les valeurs 25 pour le surpoids (IOTF-25) et 30 pour l'obésité (IOTF-30) à l'âge de 18 ans.  
 \* Références françaises: Roland Cachera et coll. Eur J Clin Nutr 1991;45:13-21.  
 \*\* Références internationales (IOTF): Cole et coll. BMJ 2000;320:1-6.



Figure 2 : Courbes de corpulence selon les valeurs de référence de Roland-Cachera et de l'IOTF

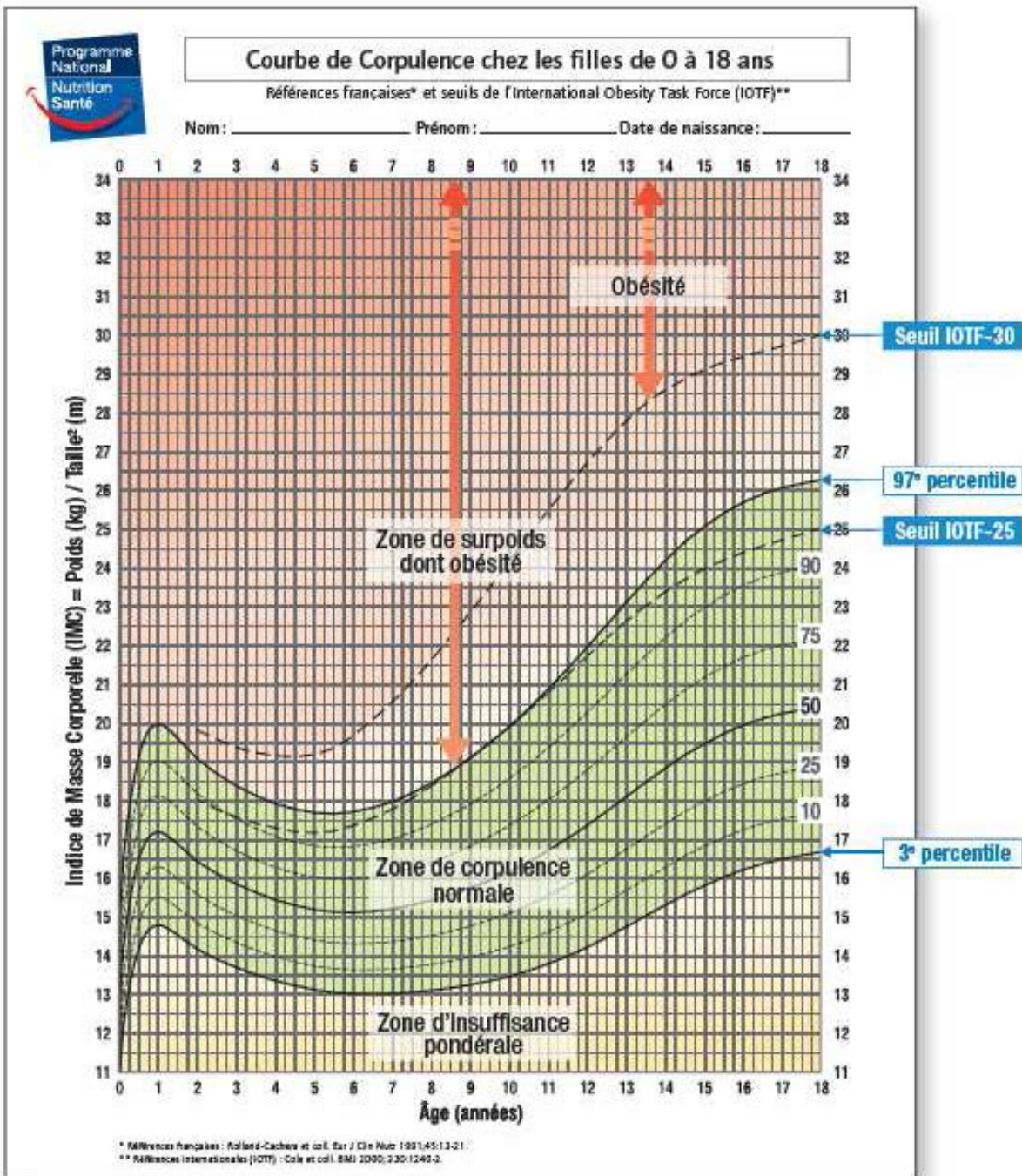


Figure 3 : Seuils de surpoids et d'obésité de l'enfant et de l'adolescent

## 1.2.2 La qualité de vie liée à la santé

### 1.2.2.1 Définition de la qualité de vie liée à la santé

La qualité de vie est l'un des concepts mesurés par les « *Patient-reported Outcomes (PRO)* » les plus connus et les plus utilisés en épidémiologie. La qualité de vie est définie par l'OMS comme étant « *La perception qu'un individu a de sa place dans l'existence, le contexte de la culture et du système de valeurs dans lequel il vit, et en relation avec ses objectifs, ses attentes, ses normes et ses inquiétudes* » (53). Cette définition fait référence à la perception de l'individu et révèle le caractère complexe et multidimensionnel de la qualité de vie pouvant se référer à tous les domaines de la vie. La circonscription de la qualité de vie au domaine de la santé a donné lieu à la notion de QVLS qui intègre toutes les dimensions de la qualité de vie pouvant être impactées, modifiées ou régulées par un état de santé et/ou la prise d'un traitement.

### 1.2.2.2 Mesure de la qualité de vie liée à la santé

La QVLS, qui est un indicateur de la perception des patients vis-à-vis de leur état de santé, se mesure essentiellement à partir de questionnaires. Ces questionnaires peuvent être des auto-questionnaires (complétés par le sujet lui-même) ou des questionnaires administrés par une tierce personne. A ce jour, il existe un nombre important de questionnaires de QVLS qui sont dits « génériques » (pouvant être administrés en population générale sans distinction d'état de santé ou de critère quelconque), ou « spécifiques » (administrables à un groupe restreint et défini de personnes selon un critère bien identifié). Cette spécificité est le plus souvent liée à un état de santé (cancer, maladies chroniques ...) ou à une classe d'âge (enfants, adultes ou personnes âgées). Les questionnaires utilisés dans ce travail sont des questionnaires « génériques » de QVLS.

#### a. Le WHOQOL-BREF

La version courte du WHOQOL (World Health Organization Quality of Life) a été utilisée. Il s'agit d'un questionnaire de QVLS développé par l'OMS (53), traduit et validé en français (**Annexe 4**) (54). Cette version courte est composée de 26 items explorant plusieurs dimensions de la QVLS : la dimension physique (7 items), la dimension mentale (6 items), la dimension sociale (3 items), la dimension environnementale (8 items), la satisfaction de la

vie (1 item) et le bien-être personnel (1 item). La réponse à chaque item est présentée sous la forme d'une échelle de Likert allant de 1 à 5. Un score normalisé allant de 0 (la pire QVLS) à 100 (la meilleure QVLS) est calculé pour chaque dimension. Les valeurs de références en population générale française ont fait l'objet d'une publication (55).

#### **b. Le DUKE Health Profile (DHP)**

Le DHP est un questionnaire générique de QVLS composé de 17 items dont les réponses se présentent sous la forme d'une échelle de Likert allant de 1 à 3. Il est composé de 10 dimensions dont six concernent les fonctions de la santé (la santé physique, la santé mentale, la santé sociale, la santé générale, la santé perçue et l'estime de soi) et quatre qui portent sur les dysfonctions de la santé (anxiété, dépression, douleur et incapacité). Pour chaque dimension, un score normalisé allant de 0 (la pire QVLS) à 100 (la meilleure QVLS) est calculé. Une version française a été validée (56) et les valeurs de références en population générale française ont été publiées (57) (**Annexe 5**).

## 1.3 ÉTAT DE LA QUESTION

---

L'objectif de ce chapitre est de faire un point sur l'état actuel des connaissances, sur les liens entre l'activité physique, la sédentarité et l'état de santé à travers les trois axes préalablement identifiés (facteurs associés, impact sur la santé et évaluation d'une intervention).

### 1.3.1 Facteurs associés à l'activité physique et à la sédentarité

L'amélioration d'un comportement de santé dans une population donnée passe par une première étape qui est sa compréhension à travers une description de celui-ci, ainsi que l'identification de facteurs pouvant l'expliquer, l'influencer ou le modifier. Ces facteurs sont dits des « *facteurs associés* » ou des « *déterminants* ». La différence entre un facteur associé et un déterminant repose sur la mise en évidence ou non d'un lien de causalité (58). La notion de « *facteur associé* » implique la simple présence d'un lien d'association statistique entre le facteur et le comportement ou l'état de santé étudié (activité physique ou sédentarité).

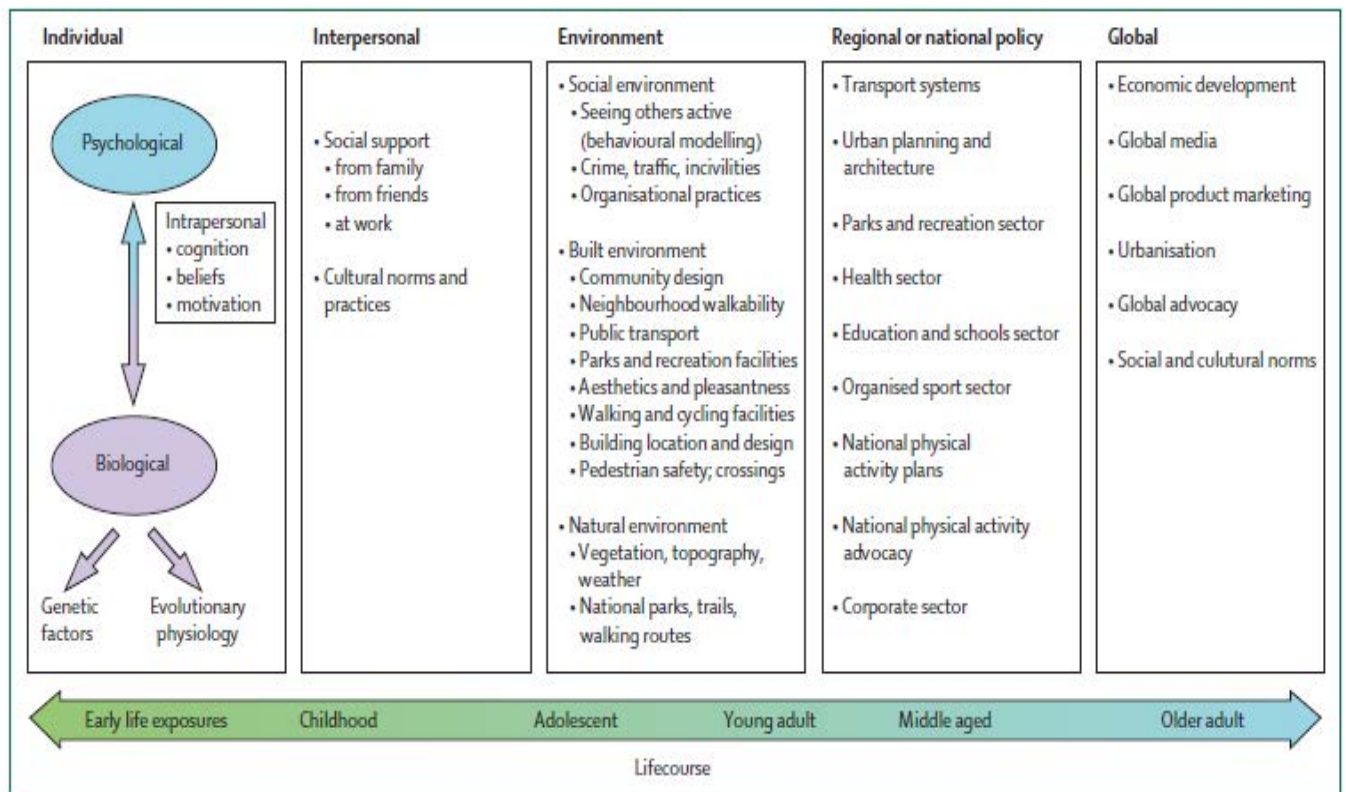
Celle de « *déterminant* » fait référence à un lien de causalité (le facteur étudié est un facteur causal du comportement ou de l'état de santé). On comprend alors qu'un « *déterminant* » est avant tout un « *facteur associé* » alors que tout « *facteur associé* » n'est pas forcément un « *déterminant* ». Pour une meilleure compréhension, nous utiliserons, dans la suite du document, l'expression « *facteur associé* » qui a un caractère plus générique.

Les facteurs associés à l'activité physique et à la sédentarité sont des facteurs pouvant influencer les choix (libres ou contraints) en matière de pratique d'activité physique et de comportement sédentaire. La nature de ces facteurs peut être diverse. De nombreux modèles, parmi lesquels les modèles écologiques (59,60), sont proposés pour décrire ces facteurs influençant les choix comportementaux (individuels, interpersonnels et environnementaux). Pendant longtemps, la sédentarité a été considérée comme une absence d'activité physique (aucune activité physique) faisant de l'activité physique et de la sédentarité deux éléments d'un même comportement. De nos jours, l'activité physique et la sédentarité sont reconnues comme deux comportements différents pouvant être influencés différemment. La recherche de facteurs associés à l'activité physique et/ou à la sédentarité

contribue à répondre à la question : pourquoi certaines personnes sont physiquement actives (ou sédentaires) et pas d'autres ?

#### **1.3.1.1 Facteurs associés à l'activité physique**

A ce jour, il existe de nombreuses études qui se sont intéressées aux facteurs associés à la pratique d'activité physique à tous les âges de la vie d'une personne (58,60–64). Une adaptation du modèle écologique permet d'identifier cinq grands groupes de facteurs associés à l'activité physique (**Figures 4**) : les facteurs individuels, les facteurs interpersonnels, les facteurs environnementaux, les facteurs liés aux politiques nationales et régionales et les facteurs globaux. Les trois premiers groupes constituent les facteurs liés à l'individu et à son environnement immédiat tandis que les deux derniers groupes relèvent des facteurs sociétaux liés aux décisions politiques. Ces facteurs peuvent différer selon l'âge et le domaine d'activité physique considéré (**Figure 5**) (65).



**Figure 4 : Adaptation du modèle écologique des facteurs associés à l'activité physique**

Source : Bauman *et al.* (60)

# Ecological Model of Four Domains of Active Living

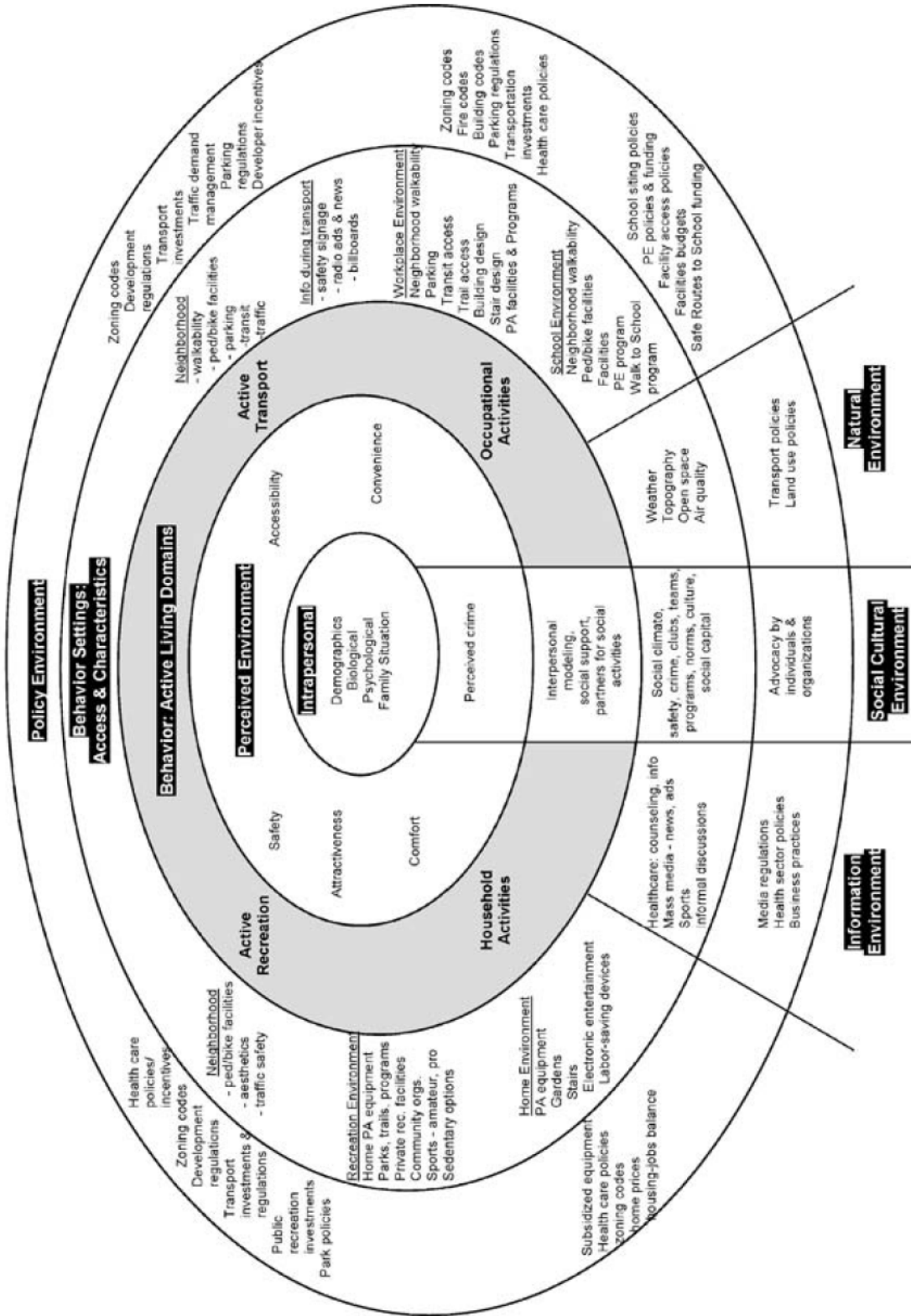


Figure 5 : Modèle écologique de quatre domaines de la vie active

Source : Sallis JF *et al.* (65)



#### **1.3.1.1.1 Chez l'adolescent**

Les études chez l'adolescent ainsi que les revues systématiques ont permis d'identifier un certain nombre de facteurs associés à la pratique d'activité physique dans cette tranche d'âge (60,61,66–70).

Les facteurs individuels les plus significativement associés à la pratique d'activité physique sont le sexe, la catégorie sociale et les facteurs psychologiques. Le niveau global d'activité physique est plus élevé chez les garçons et chez les adolescents de catégorie sociale élevée (69,70). Les facteurs psychologiques tels que la présence de symptômes dépressifs, la perception de son état de santé, de son apparence et de l'accomplissement personnel sont identifiés comme facteurs associés à l'activité physique de l'adolescent (68).

Les études sur les facteurs interpersonnels (facteurs parentaux et culturels) liés à l'activité physique des adolescents montrent des résultats intéressants. Seabra *et al.* (69) ont montré qu'en plus des facteurs tels que le sexe et le statut socio-économique, les facteurs interpersonnels tels que le niveau d'activité physique de la mère et celui de la fratrie, l'influence des pairs (camarades de classes ou amis) et celle du professeur d'éducation physique étaient des facteurs associés au niveau d'activité physique des adolescents portugais âgés de 10 à 18 ans. La cohésion familiale, le niveau de communication parent - enfant sont aussi des facteurs qui déterminent la pratique d'activité physique des adolescents (71).

Les facteurs environnementaux associés à la pratique d'activité physique chez les adolescents sont essentiellement le potentiel piétonnier (walkability), la densité du trafic, la proximité de la zone d'habitation avec les commodités, la proximité et la facilité d'accès aux installations de loisirs (60).

#### **1.3.1.1.2 Chez l'adulte**

Selon Bauman *et al.*, (60) environ 36 facteurs associés ont été identifiés dont 20 pouvant être considérés comme des déterminants de l'activité physique chez les adultes. Les facteurs tels que l'âge, le sexe, le niveau d'éducation, la catégorie socioprofessionnelle, l'origine ethnique, le surpoids, le soutien social, l'état de santé, l'auto-efficacité perçue, l'histoire

personnelle de la pratique d'activité physique sont quelques uns des facteurs associés à l'activité physique chez l'adulte (60). Le fait d'être un homme, d'avoir un niveau d'éducation élevé avec une activité professionnelle moins contraignante est associé à l'atteinte des recommandations en activité physique. Des résultats similaires ont été retrouvés dans d'autres études (62,72,73). Certains facteurs sociaux (le soutien social de l'entourage et des amis, les normes sociales en matière d'activité physique) et environnementaux (la disponibilité et l'accessibilité aux installations de loisirs, le réseau de transport, la sécurité de l'environnement) ont été identifiés comme facteurs associés à l'activité physique chez l'adulte (72,73).

### 1.3.1.2 Facteurs associés à la sédentarité

L'utilisation de la sédentarité comme entité indépendante dans les études épidémiologiques reste assez récente. A l'instar de l'activité physique, des études se sont intéressées aux facteurs associés à la sédentarité en utilisant les mêmes modèles écologiques (Figure 6) (74).

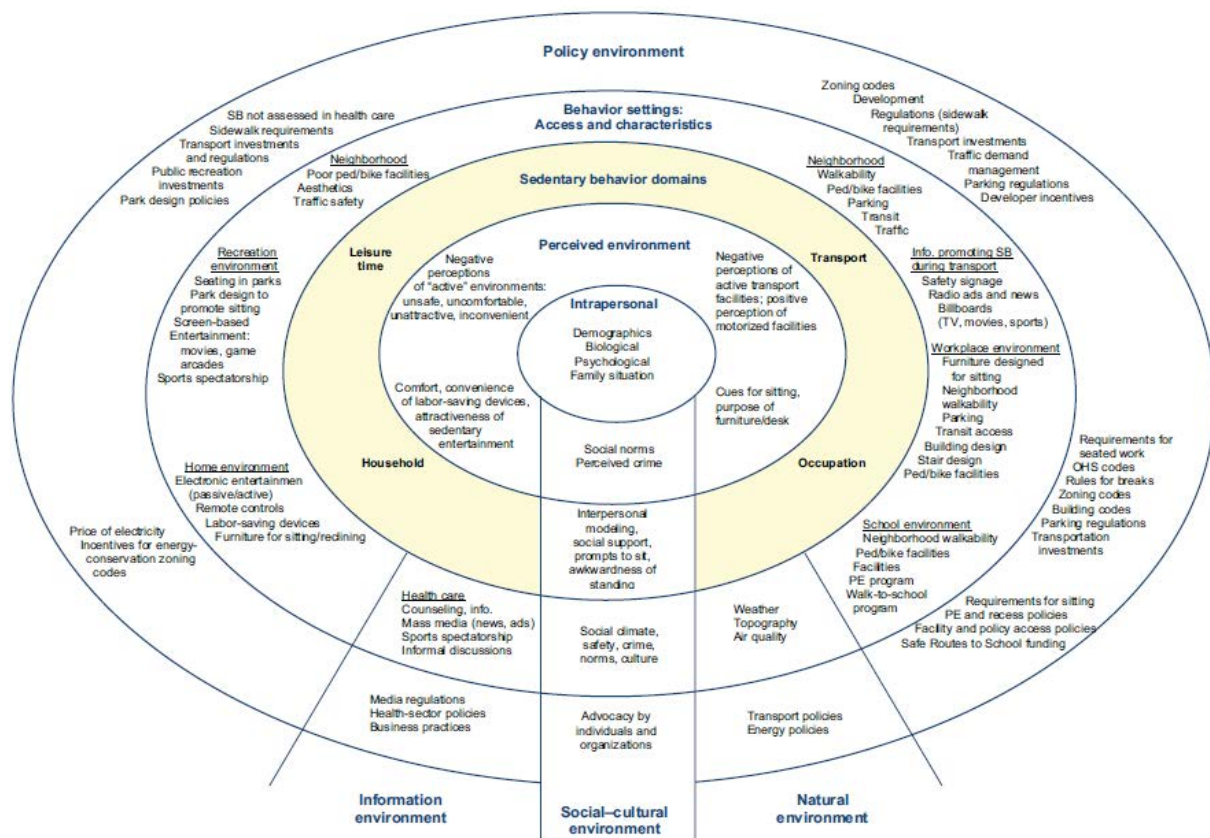


Figure 6 : Modèle écologique de quatre domaines de sédentarité

Source : Owen *et al.* (74)

#### **1.3.1.2.1 Chez l'adolescent**

L'âge, le sexe, la taille de la fratrie, le niveau de revenu de la famille, l'IMC, le temps de sommeil, le fait de disposer d'une télévision à domicile sont autant de facteurs qui ont été identifiés comme pouvant influencer le niveau de sédentarité des adolescents (75–77). Le sexe masculin, une fratrie nombreuse, un temps de sommeil élevé sont associés à une sédentarité moins élevée tandis qu'un niveau élevé du revenu familial est associé à une sédentarité plus élevée (75).

Cependant, les facteurs associés à la sédentarité des adolescents peuvent différer selon le sexe et le contexte de sédentarité (temps total de sédentarité, temps de télévision ou temps d'ordinateur) (76,77). Les garçons passent plus de temps devant un ordinateur et des jeux vidéo que les filles. Le fait d'être un garçon, d'avoir un niveau d'activité physique bas, un niveau d'éducation des parents bas et un revenu familial bas sont des facteurs associés à un temps de télévision élevé. Un âge élevé, un revenu familial élevé, une faible connaissance des parents sur les activités de loisirs disponibles et le fait d'habiter une zone dont le revenu moyen par famille est faible sont quant à eux des facteurs associés à un temps d'ordinateur plus élevé.

#### **1.3.1.2.2 Chez l'adulte**

Chez les adultes, les facteurs socioéconomiques (tels que le sexe, l'âge, le niveau d'éducation, le niveau de revenu), le niveau d'activité physique, l'environnement social et physique sont identifiés comme pouvant influencer la sédentarité (78–81). Un temps de sédentarité élevé est associé au fait d'être un homme, d'avoir un âge moins élevé, avec un niveau d'éducation élevé et un niveau d'activité physique moins élevé (78). Au même titre que chez les adolescents, les facteurs associés à la sédentarité peuvent différer selon le contexte de sédentarité (78,79).

#### **1.3.1.3 Activité physique et sédentarité : deux comportements différents mais pas indépendants**

Au vu de tout ce qui précède, dans la recherche des facteurs associés à l'activité physique et à la sédentarité, deux éléments importants doivent être pris en compte : le contexte de la

pratique d'activité physique ou de la sédentarité et le fait que l'activité physique et la sédentarité sont deux comportements différents mais pas indépendants.

Si la notion de contexte de pratique est de plus en plus utilisée dans les différentes études, celle de la non-indépendance de l'activité physique et de la sédentarité nous paraît moins évidente. Dans la littérature actuelle, l'activité physique et la sédentarité sont souvent étudiées de façon séparée. Les auteurs s'intéressent à l'une ou à l'autre ou aux deux mais avec des analyses séparées. Or, si l'activité physique et la sédentarité sont des comportements différents, il n'en demeure pas moins qu'ils sont corrélés. La pratique d'activité physique peut influencer le niveau de sédentarité et vice-versa (exemple : le fait de rester assis au bureau toute la journée peut motiver la pratique d'une activité physique de loisirs le soir ou le week-end). De ce fait, il nous semble important de pouvoir les mesurer comme des comportements différents tout en les analysant comme des entités non indépendantes. Identifier des profils d'activité physique et de sédentarité et les facteurs associés à ces profils est un gage d'une meilleure compréhension de ces deux comportements et d'une meilleure efficacité et efficience des politiques de prévention.

### **1.3.2 Activité physique, sédentarité et état de santé**

L'activité physique et la sédentarité sont actuellement reconnues comme déterminants importants de l'état de santé des individus quel que soit leur sexe, leur âge ou leur milieu social. La pratique d'une activité physique régulière modérée à intense permet de réduire de façon significative le risque de mortalité quel que soit le sexe et l'âge (2,3). La sédentarité est aussi un facteur important de mortalité indépendamment du niveau d'activité physique de l'individu (7,8,10). La pratique régulière d'activité physique et/ou la réduction des comportements sédentaires sont aussi associées à la réduction de la mortalité et de la morbidité liées à certaines pathologies comme le cancer et les pathologies cardiovasculaires dont l'un des facteurs de risque important est le surpoids et l'obésité.

La pratique d'activité physique et la réduction de la sédentarité sont également associées à une réduction de la morbidité et constituent, en ce sens, des leviers importants de la prévention qu'elle soit primaire (ensemble des actes visant à diminuer l'incidence d'une

maladie, éviter la survenue de la maladie), secondaire (ensemble des actes visant à diminuer la prévalence d'une maladie) ou tertiaire (diminuer la prévalence des incapacités chroniques ou le risque de récurrence de la maladie) (82,83). La réduction du surpoids par l'augmentation de l'activité physique et/ou la réduction de la sédentarité est un moyen de prévention primaire et secondaire de plus en plus utilisé. De même, notamment par leur impact sur la QVLS, l'activité physique et la sédentarité interviennent aussi dans la prévention tertiaire.

#### **1.3.2.1 Activité physique, sédentarité et surpoids/obésité**

Si le surpoids et l'obésité ne sont pas des indicateurs directs de l'état de santé d'un individu, il est néanmoins évident qu'ils constituent des facteurs de risque et des contributeurs de l'augmentation de la morbidité et de la mortalité en lien avec les pathologies cardiovasculaires, le diabète mais aussi avec le cancer et certaines pathologies chroniques (84). Le surpoids ou l'obésité est le résultat d'un bilan énergétique positif c'est-à-dire un solde positif entre les entrées (consommation énergétique liée à l'alimentation) et les sorties (la dépense énergétique). Au vu de ce constat, il est alors aisé de comprendre les liens entre l'activité physique, la sédentarité et le surpoids ou l'obésité. En fonction de sa fréquence, de son intensité et de sa durée, l'activité physique est un moyen plus ou moins important de dépense énergétique d'un individu. A l'inverse, la sédentarité est associée à une dépense énergétique moindre.

De nombreuses études ont montré les relations entre l'activité physique, la sédentarité et le surpoids et l'obésité aussi bien chez les adolescents (85–87) que chez les adultes (88–91). Toutes ces études montrent qu'une activité physique importante et régulière est associée à un risque moins important de surpoids et d'obésité tandis qu'une sédentarité élevée entraîne un risque plus élevé. Les impacts de l'activité physique et de la sédentarité sur le risque de surpoids et d'obésité sont à la fois spécifiques et combinés. Indépendamment l'une de l'autre, l'activité physique modérée ou intense est inversement associée au risque d'obésité tandis que le temps passé devant la télévision (sédentarité) est associé à un risque élevé d'obésité (91).

Ces dernières décennies, une incidence croissante du surpoids et de l'obésité au niveau mondial avec de multiples conséquences sur la santé a fait de la réduction du surpoids et de l'obésité un des objectifs majeurs de santé publique. Cette situation a eu pour conséquence majeure la mise en place de programmes de recherche visant à identifier la ou les stratégie(s) optimale(s) de prévention du surpoids et de l'obésité et l'élaboration des plans nationaux de réduction du surpoids et de l'obésité. Les différents plans ou programmes de recherche ciblent prioritairement les deux leviers du bilan énergétique que sont les entrées (modifier les comportements alimentaires en favorisant une alimentation diversifiée et équilibrée) et les sorties (augmenter la pratique en activité physique et réduire le temps de sédentarité).

#### **1.3.2.2 Activité physique, sédentarité et qualité de vie liée à la santé**

La littérature actuelle montre l'existence de relations significatives entre l'activité physique, la sédentarité et la QVLS aussi bien chez les adolescents que chez les adultes. La pratique régulière d'une activité physique est associée à une meilleure QVLS tandis qu'une sédentarité importante est associée à une moins bonne QVLS (4,5,11). Cependant, la nature et la force de ces associations dépendent de la dimension de la QVLS d'une part et du contexte dans lequel se pratique l'activité physique ou le comportement sédentaire d'autre part. La pratique d'une activité physique dans un contexte de loisirs est associée à une meilleure QVLS tandis qu'une activité physique pratiquée dans le cadre professionnel ne l'est pas toujours. De la même façon, les différents contextes de sédentarité (télévision, jeux vidéo, temps assis au travail, temps de lecture ...) n'ont pas les mêmes impacts sur la QVLS (92,93).

#### **1.3.2.3 Bidirectionnalité des relations entre l'activité physique, la sédentarité et l'état de santé**

Les études sur les relations entre l'activité physique, la sédentarité et l'état de santé sont souvent basées sur l'hypothèse que l'activité physique et la sédentarité sont les facteurs explicatifs (facteur de risque ou facteur protecteur) d'un état de santé donné. Si cette hypothèse paraît cohérente, l'inverse ne semble pas aberrant surtout lorsque les indicateurs de santé étudiés sont le surpoids et la QVLS. On peut alors se poser la question de savoir si

une bonne QVLS est une conséquence et/ou une cause d'une pratique d'activité physique et/ou d'une sédentarité faible. Cette réflexion correspond à la notion de temporalité qui est l'un des neuf critères de causalité en épidémiologie (la cause doit précéder la conséquence) (94).

### **1.3.3 Efficacité d'une intervention**

En matière de réduction du surpoids et de l'obésité, de nombreuses interventions ont été mises en place ciblant principalement les adolescents en milieu scolaire (95–100). La plupart de ces interventions visent l'augmentation de l'activité physique et la réduction de la sédentarité avec des résultats variables. Les critères d'évaluation de l'efficacité de ces interventions sont souvent de deux natures : soit la mesure du changement de comportement (notamment les changements d'activité physique et ou de sédentarité), soit la réduction du surpoids. La revue systématique de De Meester *et al.* (100) sur les interventions en milieu scolaire en Europe avait conclu à des changements en activité physique limités et à une efficacité à court terme qui dépendait de plusieurs facteurs tels que le niveau d'implication des parents, le rôle des pairs et l'environnement scolaire. D'autres études utilisant le poids comme critère de jugement ont aussi montré des résultats variables, certaines concluant à une efficacité (99,101), d'autres à une absence d'efficacité (95).

L'ensemble de ces interventions est souvent basé sur l'hypothèse d'une réduction du surpoids et de l'obésité par le biais d'une augmentation du niveau d'activité physique ou une réduction de la sédentarité. Cependant, peu d'études ont cherché à évaluer cette hypothèse. En d'autres termes, il est important de ne pas mesurer l'efficacité de ce type d'intervention sur les seuls critères de changements de corpulence (réduction de l'IMC) ou de comportements (augmentation d'activité physique et/ou diminution de la sédentarité) mais de pouvoir établir des liens entre ces deux types de changements.

L'ensemble de ce travail aura pour but d'apporter des éléments de réponse ou d'éclaircissement à ces différents points en utilisant les bases de données de différentes études et enquêtes menées en population française.



## 2 PARTIE 2 : PRÉSENTATION DES ÉTUDES

---

Nous utiliserons pour ce travail les données de quatre grandes études et bases de données en population française métropolitaine (**Tableau 3**).

Chez les adolescents : PRALIMAP

Chez les adultes : SU.VI.MAX, Baromètres santé 2005 et 2008

**Tableau 3 : Récapitulatif des différentes études et bases de données utilisées dans ce travail**

Études	Objectif principal	Population cible	Type d'étude	Données recueillies
<b>Adolescents</b>				
<b>PRALIMAP</b> (Promotion de l'ALIMentation et de l'Activité Physique)	Evaluer l'efficacité de trois stratégies - éducation, environnement, dépistage - appliquées isolément ou en association, sur la corpulence, les connaissances, attitudes et comportements des adolescents vis-à-vis de l'alimentation et de l'activité physique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adolescents âgés de 14-18 ans à l'entrée en seconde</li> <li>24 lycées publics de la région Lorraine</li> <li>2006 à 2009</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Essai randomisé en clusters (grappes)</li> <li>Plan factoriel 2*2*2</li> <li>Longitudinale avec mesures répétées (2 ans)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>caractéristiques socioéconomiques</li> <li>corpulence : poids, taille, IMC, périmètre abdominal</li> <li>AP et SED : IPAQ</li> <li>QVLS : DHP</li> </ul>
<b>Adultes</b>				
<b>SUVIMAX</b> (SUplémentation en Vitamines et Minéraux Anti-oXydants)	Etablir la nature causale du lien entre un apport bas en nutriments antioxydants et le risque de cancer ou de cardiopathie ischémique et la mortalité consécutive.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adultes : Femmes de 35 à 60 ans et hommes de 45 à 60 ans</li> <li>Population générale française</li> <li>1996 à 2008 : SUVIMAX (1996 - 2002), SUVIMAX 2 (2002 - 2008)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Essai clinique randomisé en double aveugle</li> <li>Longitudinale avec mesures répétées (12 ans)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>caractéristiques socioéconomiques</li> <li>corpulence : poids, taille, IMC, périmètre abdominal</li> <li>AP et SED : MAQ</li> <li>QVLS : DHP</li> </ul>
<b>Baromètres santé 2005 et 2008</b>	Constituer un observatoire multi-thématique des comportements, attitudes, opinions et connaissances sur la santé des Français afin d'orienter les politiques de santé publique en France.	<p>En fonction de l'année de recueil</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2005 et 2008 : population générale (12 à 75 ans)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enquêtes transversales répétées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>caractéristiques socioéconomiques</li> <li>corpulence : poids, taille, IMC, périmètre abdominal</li> <li>AP et SED : IPAQ (2005) et GPAQ (2008)</li> <li>QVLS : WHOQOL-BREF (2005)</li> </ul>

## **2.1 CHEZ LES ADOLESCENTS**

Il s'agit d'un essai d'intervention visant à réduire la prévalence du surpoids et de l'obésité en milieu scolaire dans le Nord-Est de la France.

### **2.1.1 L'essai PRALIMAP (PRomotion de l'Alimentation et de l'Activité Physique)**

PRALIMAP est un essai de prévention randomisé en cluster suivant un plan factoriel 2×2×2 visant à prévenir ou réduire le surpoids et l'obésité en milieu scolaire. Le protocole et le résultat principal de l'essai PRALIMAP ont fait l'objet de publications dans les revues *Trials* et *American Journal of Preventive Medicine* respectivement (98,101).

#### **2.1.1.1 Objectifs**

##### **2.1.1.1.1 Objectif principal**

Evaluer l'efficacité de trois stratégies - éducation (développer les aptitudes individuelles), environnement (créer un environnement favorable), dépistage (dépister et prendre en charge les sujets à risque) - appliquées isolément ou en association, sur la corpulence, les connaissances, attitudes et comportements des adolescents vis-à-vis de l'alimentation et de l'activité physique.

##### **2.1.1.1.2 Objectifs secondaires**

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

#### **2.1.1.2 Population**

Le programme a été réalisé dans 24 lycées publics de la région Lorraine sur une période de deux années scolaires entre 2006 et 2009. Il a inclus les adolescents âgés de 14 à 18 à l'entrée en classe de seconde et suivis sur une période de deux années scolaires.

### 2.1.1.3 Schéma d'étude

Le schéma proposé était celui d'un essai randomisé en clusters (en grappes : 1 lycée = 1 grappe) avec mesure répétée (3 temps de mesure : entrée en seconde, entrée en première et entrée en terminale). L'attribution des stratégies était faite suivant un plan factoriel 2×2×2 avec le lycée comme unité d'attribution (**Figure 7**).

### 2.1.1.4 Recueil des données

Les données ont été recueillies à l'entrée au lycée en classe de seconde, à l'entrée en première puis à l'entrée en terminale. Les données recueillies étaient :

- a. *Données sociodémographiques* : âge, sexe, type de lycée, catégorie sociale des parents etc.
- b. *Données cliniques* : dépistage de l'anxiété et de la dépression à partir de l'échelle HAD (Hospital Anxiety and Depression) (102).
- c. *Qualité de vie liée à la santé* : mesurée à partir du profil de santé de DUKE (DHP) (103).
- d. *Données comportementales* :
  - Habitudes alimentaires : questionnaire BMB (Boire, Manger, Bouger) (104).
  - Troubles du comportement alimentaire : questionnaire EAT-26 (Eating Attitudes Test - 26) (105)
  - Activité physique et sédentarité : questionnaire IPAQ (35).

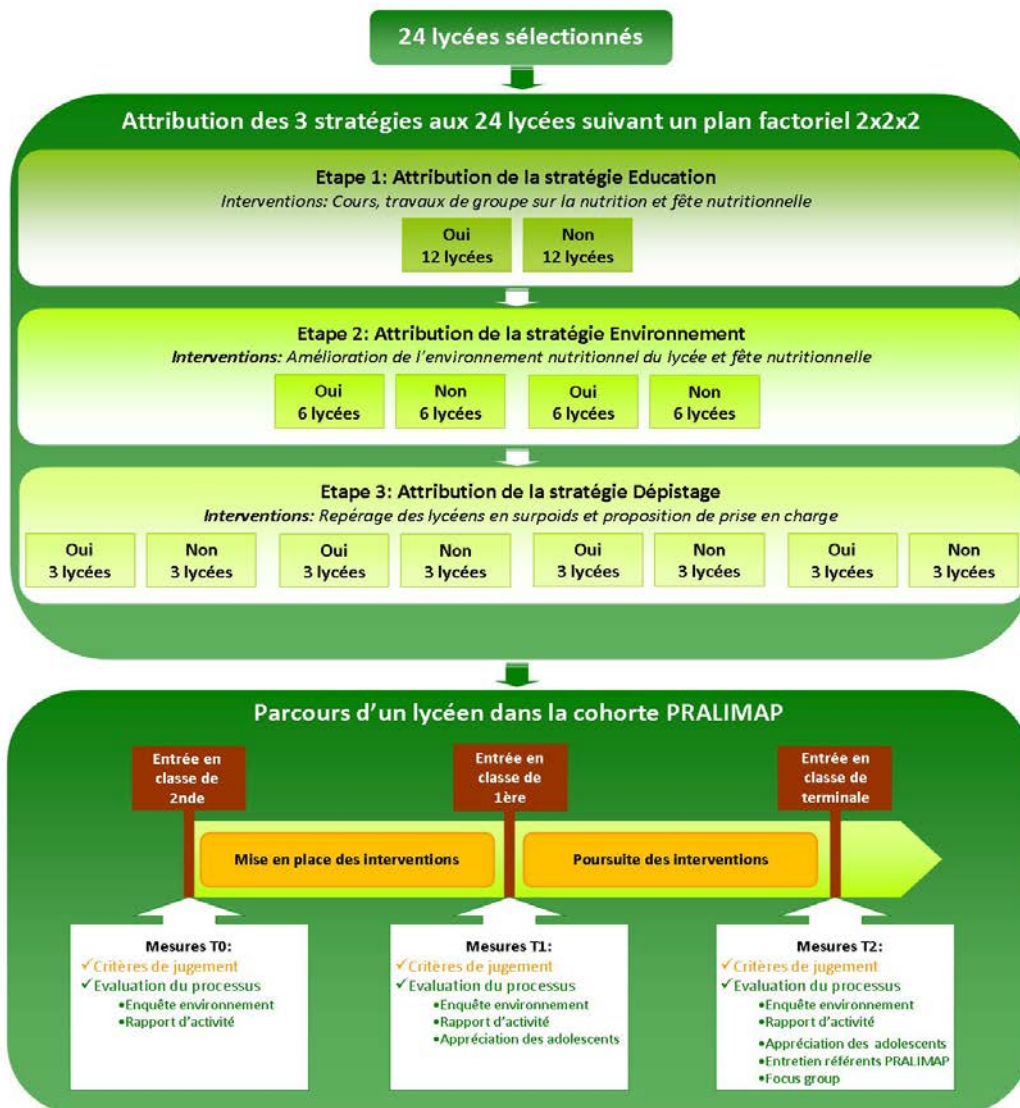


Figure 7 : Schéma d'attribution des stratégies dans les 24 lycées lorrains

## **2.2 CHEZ LES ADULTES**

Les données en population adulte sont celles de la cohorte SUVIMAX et des enquêtes des Baromètre santé 2005 et 2008.

### **2.2.1 La cohorte SU.VI.MAX**

La cohorte SU.VI.M.AX (SUplémentation en Vitamines et Minéraux Anti-oXydants) est une cohorte d'adultes vivant en France et suivis de 1994-1995 à 2008 sur deux périodes distinctes. La première période est celle de l'étude SU.VI.M.AX qui va de 1994-95 à 2002 (période d'intervention) et la deuxième période est celle allant de 2002 à 2008 (période de suivi post-intervention : SU.VI.M.AX 2).

#### **2.2.1.1 Contexte**

De nombreuses études fondamentales et épidémiologiques ont montré l'existence de présomptions fortes sur le rôle de l'apport alimentaire en antioxydants et le risque de développer certains cancers et des cardiopathies ischémiques.

#### **2.2.1.2 Objectif**

L'objectif principal de l'étude SU.VI.MAX était d'établir la nature causale du lien entre un apport bas en nutriments antioxydants et le risque de cancer ou de cardiopathie ischémique et la mortalité consécutive.

#### **2.2.1.3 Population**

La population cible était composée d'hommes de femmes d'âge mûr vivant en France. Un panel de 79976 volontaires a été constitué après une campagne médiatique de mars à juillet 1994. Un échantillon de 12741 sujets composé de femmes (âgées de 35 à 60 ans) et d'hommes (âgés de 45 à 60 ans) a été sélectionné pour participer à l'étude.

#### **2.2.1.4 Schéma d'étude**

L'étude SU.VI.MAX était un essai randomisé en double aveugle comparant deux groupes : un groupe intervention de 6364 sujets recevant une supplémentation par des antioxydants à dose nutritionnelle (bêta carotène : 6 mg/j, vitamine C : 120 mg/j, vitamine E : 30 mg/j, sélénium : 100 µg/j et zinc : 20 mg/j) et un groupe témoin de 6377 sujets recevant un placebo. Ces deux groupes ont été suivis sur une période de 7,5 ans (1994-95 à 2002).

L'étude SU.VI.MAX 2 correspondait à un recueil de données en période post-interventionnelle. Les données de suivi ont été recueillies 6 ans après la fin de la supplémentation (2007-08).

#### **2.2.1.5 Recueil des données**

Les données recueillies correspondaient aux

- a. *Caractéristiques sociodémographiques* : sexe, âge, catégorie socioprofessionnelle,  
...
- b. *Critères de jugements principaux* :
  - Morbidité : incidence des cancers, incidence des cardiopathies ischémiques
  - Mortalité : globale et spécifique
- c. *Autres indicateurs* :
  - La corpulence : poids, taille et périmètre abdominal
  - La qualité de vie liée à la santé : mesurée à partir de deux questionnaires génériques que sont le SF-36 (106) et le DHP (107) administrés en 1996, 1998, 2001 et 2007-08.
  - Activité physique et sédentarité : mesurée à partir du questionnaire MAQ (40) en 1998, 2001 et 2007-08.

## **2.2.2 Les Baromètres Santé 2005 et 2008**

### **2.2.2.1 Contexte**

Le Baromètre Santé est une enquête périodique mise en place depuis 1992 par l'ancien CFES (Comité Français d'Education pour la Santé) devenu INPES (Institut National de la Prévention et de l'Education pour la Santé) depuis 2002 (108). Ce sont des enquêtes régulières, utilisant la même méthodologie, afin de fournir des éléments sur les évolutions de comportements mais avec parfois des adaptations marginales (la constitution d'échantillon contacté par téléphone fixe ou téléphone portable à partir des années 2000).

### **2.2.2.2 Objectifs**

Les Baromètres santé ont pour objectif de constituer un observatoire multi-thématique des comportements, attitudes, opinions et connaissances sur la santé des Français afin d'orienter les politiques de santé publique en France (108). Ils permettent de mettre un ensemble d'informations à la disposition des acteurs de la prévention, de l'éducation pour la santé et de la promotion de la santé ainsi que des décideurs politiques afin de :

- Communiquer sur les grandes questions de santé et engager des actions.
- Comprendre les attentes de la population et des professionnels afin de mettre en place des actions de prévention et d'éducation pour la santé cohérentes, efficaces et mieux ciblées sur des types de populations ou dans certaines régions.

### **2.2.2.3 Population**

Les populations cibles des différentes enquêtes du Baromètre santé sont différentes selon leurs objectifs. De 1992 à 2012 (20 ans), 17 enquêtes ont été réalisées dont 12 en population générale jeune et adulte (12-75 ans), 1 en population générale jeune (12-19 ans, en 1997) et 4 auprès des médecins généralistes. Les données issues des Baromètres 2005 et 2008, utilisés dans cette thèse, ont été recueillies en population générale adulte.

Pour le Baromètre santé 2005, un total de 30514 personnes âgées de 12 à 75 ans a été contacté dont 26672 à partir d'une ligne fixe et 3842 à partir d'un téléphone portable. Pour des raisons de faisabilité, seuls certains questionnaires ont été posés aux personnes



contactées sur leur téléphone portable (problème de batterie lié à la durée de communication). Pour le Baromètre santé 2008, un échantillon de 4714 personnes âgées de 12 à 75 ans a été sélectionné dont 3324 ont été contactées à partir d'une ligne fixe.

#### **2.2.2.4 Schéma d'étude**

Les Baromètres Santé sont des enquêtes transversales répétées, téléphoniques et portant sur un échantillon aléatoire (ou probabiliste). Cette méthode consiste à tirer *a priori* dans une base de sondage et de façon aléatoire un nombre fini d'individus ou de ménages à atteindre, en s'en tenant à cet échantillon initial quelle que soit l'acceptation des répondants (aucun remplacement n'est effectué).

#### **2.2.2.5 Recueil des données**

L'ensemble des données recueillies lors des différents baromètres santé porte essentiellement sur les comportements, attitudes, opinions et connaissance sur la santé en population française mais avec des variations ou la prédominance de certaines thématiques selon les années.

Le Baromètre santé 2005 (109) a été multi-thématique portant aussi bien sur les habitudes d'alimentation, d'activité physique et de consommation (d'alcool, tabac, stupéfiants), que sur les comportements vis-à-vis de la vaccination, des politiques de dépistage de cancer et la mesure de la QVLS. Dans ce baromètre santé, l'activité physique et la sédentarité ont été mesurées à partir de question IPAQ tandis que la QVLS a été mesurée par le profil de santé de DUKE (pour 2/3 de l'échantillon) (107) et le WHOQOL-BREF (pour 1/3) (54).

Le Baromètre santé 2008 (110) a porté essentiellement sur les aspects nutritionnels (Baromètre santé nutrition 2008) avec une analyse des comportements alimentaires (régimes alimentaires, pratiques et habitudes alimentaires), la consommation de tabac et de boissons alcoolisées, les pratiques d'activité physique et de sédentarité. L'activité physique et la sédentarité ont été mesurées à partir du questionnaire GPAQ (39).

### 3 PARTIE 3 : RÉSULTATS

---

L'ensemble des données exploitées pour cette thèse a donné lieu à six (6) productions scientifiques dont trois (3) ont été publiées dans des revues internationales à comité de lecture et trois (3) sont soumises à des revues pour publication. Ces productions scientifiques peuvent être regroupées selon les différents axes de recherche de cette thèse comme suit :

- **Axe 1 : Facteurs associés à l'activité physique et à la sédentarité**

Langlois J, Omorou YA, Vuillemin A, Briançon S, Lecomte E. **Adolescents' physical activity and sedentary behaviour: how are they correlated with socioeconomic, school-related and family factors?** *Journal of Adolescence*. [soumis].

Omorou AY, Coste J, Escalon H, Vuillemin A: **Patterns of physical activity and sedentary behaviour in the general population in France: cluster analysis with personal and socioeconomic correlates.** *J Public Health (Oxf)* 2015.

- **Axe 2 : Impact de l'activité physique et de la sédentarité sur la santé**

Omorou YA, Langlois J, Lecomte E, Briançon S, Vuillemin A. **Cumulative and bidirectional association of physical activity and sedentary behavior with health-related quality of life in adolescents.** *Quality of life research*. [soumis].

Omorou YA, Vuillemin A, Menai M, Latache C, Kesse-Guyot E, Hercberg S, Oppert JM, Briançon S. **10-year cumulative and bidirectional associations of physical activity and sedentary behaviour domains with health-related quality of life in French adults.** *Prev Med*. [soumis].

Omorou YA, Erpelding M-L, Escalon H, Vuillemin A: **Contribution of taking part in sport to the association between physical activity and quality of life.** *Qual Life Res* 2013.

- **Axe 3 : Efficacité d'une intervention sur l'activité physique et la sédentarité**

Omorou AY, Langlois J, Lecomte E, Vuillemin A, Briançon S: **Adolescent Physical Activity and Sedentary Behavior: A Pathway in Reducing Overweight and Obesity. The PRALIMAP 2-Year Cluster Randomized Controlled Trial.** *J Phys Act Health* 2014.

### **3.1 AXE 1 : LES FACTEURS ASSOCIÉS À L'ACTIVITÉ PHYSIQUE ET À LA SÉDENTARITÉ**

L'objectif de cet axe était de décrire l'activité physique et la sédentarité en population française (adolescente et adulte) puis d'identifier les facteurs sociodémographiques et économiques associées à ces deux comportements. Nous avons utilisé les données issues de l'essai PRALIMAP chez les adolescents et celles du Baromètre Santé 2008 chez les adultes.

### **3.1.1 CHEZ LES ADOLESCENTS**

#### **3.1.1.1 Facteurs socio-économiques, familiaux et scolaires associés à l'activité physique à la sédentarité chez les adolescents (PRALIMAP)**

##### a. Contexte et objectifs

Alors que l'activité physique et la sédentarité sont utilisées comme leviers de prévention du surpoids chez les adolescents, la tendance actuelle est celle d'une diminution progressive de l'activité physique et une augmentation du temps de sédentarité chez les adolescents. D'où la nécessité de pouvoir identifier les facteurs associés à ces comportements afin de pouvoir cibler les actions futures. De nombreuses études se sont intéressées aux facteurs associés à ces comportements mais avec des résultats parfois contradictoires. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les contextes de pratiques ne sont pas toujours pris en compte. L'objectif de ce travail était d'identifier les facteurs socioéconomiques, familiaux et scolaires associés à l'activité physique et à la sédentarité des adolescents.

##### b. Méthodes

Un échantillon de 2523 adolescents âgés de 14 à 18 ans issus de l'essai PRALIMAP a été sélectionné pour cette étude. L'activité physique et la sédentarité ont été mesurées avec le questionnaire IPAQ. Pour l'activité physique, les critères de jugement utilisés étaient la dépense énergétique (liée à l'activité physique totale, intense, modérée et la marche), le contexte de pratique (activité physique de loisirs et transport actif). Le critère de jugement de la sédentarité était le temps passé assis.

Les facteurs étudiés étaient de nature socioéconomiques (la catégorie socioprofessionnelle de la famille, le niveau de revenu de la famille, la zone de résidence), scolaires (le type de lycée, le retard scolaire et le statut scolaire) et familiaux (la composition de la famille, la perception du niveau d'activité physique des parents).

En raison d'une interaction significative de la variable sexe dans la relation entre l'activité physique et certaines variables étudiées, les analyses ont été stratifiées par sexe en utilisant des modèles de régressions linéaires (pour les critères de jugement quantitatifs) et logistiques (pour les critères de jugement qualitatifs).

### c. Résultats

A l'exception du temps de marche, les garçons étaient en moyenne plus actifs et plus sédentaires que les filles. Ils avaient un temps d'activités physiques totale, intense et modérée plus élevé avec 65% qui atteignaient les recommandations PNNS contre 35% chez les filles. Ils avaient aussi un temps passé assis plus élevé par rapport aux filles.

L'un des résultats le plus important est que, lorsqu'on prend la dépense énergétique totale comme critère de jugement, aucun des facteurs étudiés n'était significatif aussi bien chez les filles que chez les garçons (exceptée la perception du niveau d'activité physique des parents).

Chez les filles, le retard scolaire (âge > 15 ans en classe de seconde) et le type de lycée (général ou technologique vs professionnel) étaient des facteurs associés à l'activité physique modérée et à la marche, respectivement. Résider en zone rurale était associé à une probabilité moins importante de pratiquer le transport actif tandis que le fait d'être interne ou de vivre dans une famille monoparentale augmentait cette probabilité chez les filles. Les seuls facteurs associés à la pratique d'activité physique de loisirs chez les filles étaient le niveau de revenu familial et la perception du niveau d'activité physique des parents. Les filles des lycées professionnels et en retard scolaire passaient moins de temps assis par comparaison à celles des lycées généraux et pas en situation de retard scolaire.

Chez les garçons, la catégorie sociale de la famille, le revenu de la famille et le niveau d'activité physique des parents étaient des facteurs associés à leur activité physique intense. L'activité physique modérée était associée à la zone de résidence, le statut scolaire et la perception de l'activité physique des parents. Les garçons issus de familles à niveau de revenu élevé, vivant en zone rurale et dont les parents avaient un niveau d'activité physique élevé pratiquaient plus d'activité physique de loisirs.

En conclusion, ce travail a permis de montrer que la considération de l'activité physique comme une entité globale et unique (dépense énergétique totale) était insuffisante. Une meilleure compréhension des comportements en activité physique et de facteurs qui y sont

associés réside dans la prise en compte du caractère complexe de l'activité physique. De la même manière, la mesure du temps total passé assis semble aussi insuffisante pour analyser le comportement sédentaire des adolescents.

d. Article :

Ce travail a donné lieu à un article scientifique actuellement soumis à la revue *Journal of adolescence*.

Langlois J, Omorou YA, Vuillemin A, Briançon S, Lecomte E: **Adolescents' physical activity and sedentary behaviour: how are they correlated with socioeconomic, school-related and family factors ?** *Journal of Adolescence*. [soumis].

e. Références citées dans l'article

(1,6,9,18,35–37,42,45,59–61,71,98,101,111–136)

**Title: Adolescents' physical activity and sedentary behaviour: how are they correlated with socioeconomic, school-related and family factors?**

**Authors**

**Johanne Langlois**<sup>1,2</sup>, PhD student (johanne.langlois@cnam.fr)

**Abdou Y Omorou**<sup>1</sup>, MD, PhD student (yacoubou.omorou@univ-lorraine.fr)

**Anne Vuillemin**<sup>1</sup>, PhD (anne.vuillemin@univ-lorraine.fr)

**Serge Briançon**<sup>1</sup>, MD (serge.briançon@univ-lorraine.fr)

**Edith Lecomte**<sup>2</sup>, PhD (edith.lecomte@cnam.fr)

<sup>1</sup> University of Lorraine, Paris Descartes University, EA 4360 APEMAC, Nancy, 54500, France.

<sup>2</sup> National Conservatory of Arts and Crafts (CNAM), 4 rue du Docteur Heydenreich Nancy, 54000 France.

**Corresponding author**

**Johanne Langlois**<sup>1,2</sup>, PhD student (johanne.langlois@cnam.fr)

**Manuscript type:** Full research article

**Abstract word count:** 146

**Manuscript word count:** 3526

**Date of submission:** July 2015

## **Abstract**

Social differences adolescents in physical activity and sedentary behaviour have been evidenced but are not well explained. The aim of the current study was to describe physical activity and sedentary behaviour among high school adolescents and identify associated socio-economic, family and school-related factors. A sample of 2,523 high school adolescents aged 14 to 18 recruited in the PRALIMAP trial, in French 24 state-run high schools was included. While accounted for the levels of the physical activity components and of sedentary behaviour, none of the socio-economic, family and school variables were associated with total energy expenditure in either gender. The privileged or least privileged adolescents have reported the same total amount of energetic expenditure. The lonely total physical activity score is not sufficient to assess adolescents' physical activity. These findings may have implications for better understanding in this field social inequalities and implementing recommendations in overweight prevention.

**Keywords:** Adolescence, physical activity, sedentary behavior, social factors, family factors, school-related factors



## **Introduction**

Several studies have extensively investigated in adult the health effect of physical activity (PA) and sedentary behaviour (SB) (Biswas et al., 2015; Löllgen, Böckenhoff, & Knapp, 2009; Samitz, Egger, & Zwahlen, 2011). Regular PA is positively and consistently associated with health (Löllgen et al., 2009; Samitz et al., 2011) while SB is negatively associated with health (Biswas et al., 2015). Similar results has been observed in adolescent (Hale & Guan, n.d.; Hallal, Victora, Azevedo, & Wells, 2006; Janssen & Leblanc, 2010; Saunders, Chaput, & Tremblay, 2014; Tan et al., 2014; Tremblay et al., 2011).

Current contemporary lifestyles favor modifications of healthy habits in adolescents. In particular, PA level tends to decrease whereas SB tends to increase (Biddle, Pearson, Ross, & Braithwaite, 2010; Nelson, Neumark-Stzainer, Hannan, Sirard, & Story, 2006; Pate, Mitchell, Byun, & Dowda, 2011). PA and SB habits acquired during adolescence are likely to persist in adulthood (Telama, 2009). This situation raised the need to identify factors associated with these behaviours. Some cross-sectional and longitudinal studies investigated the determinants of PA and SB (Bauman et al., 2012; Pate et al., 2011). Socioeconomic status is the most common factor which has been well investigated (Stalsberg & Pedersen, 2010a) (de Vet, de Ridder, & de Wit, 2011). Most of studies evidenced a socioeconomic gradient in PA and SB (Gidlow, Johnston, Crone, Ellis, & James, 2006) (Stalsberg & Pedersen, 2010). The lower the socioeconomic status is, the lower the PA practice and the higher the SB are. Nonetheless, demonstration of the association between PA, SB and social status is not always convincing especially in adolescence. Contradictory results observed in literature may be explained by two reasons. First, measurement of PA and SB are not optimal. Using energy expenditure and time spent sitting as PA and SB indicators is not sufficient. PA and SB are multi-dimensional and complex concepts (Montoye, 2000; Pate, O'Neill, & Lobelo, 2008) including type and context in association to energy expenditure. Second, social status is an even more complex concept. Economic, geographical, school and the family conditions of adolescents are important to be addressed (Dishman, Sallis, & Orenstein, 1985; Sallis, Prochaska, & Taylor, 2000) concomitantly in association and as build in the ecological model (Booth et al., 2001). To understand better the relation between socioeconomic factors and PA and SB in adolescents, to develop and implement effective programs to promote PA and reduce

SB, it makes sense to examine what association between PA, SB and personal and micro and macro environmental factors. The purpose of the current study was to identify socio-economic, family and school-related factors associated with PA and SB components in adolescence.

## **Methods**

### *Data collection*

The present investigation was conducted in a sample of 2,523 high school adolescents aged 14 to 18 recruited in the PRALIMAP (Promotion de l'ALIMENTation et de l'Activité Physique) trial carried out between 2006 and 2009, in 24 state-run high schools in Lorraine, north-eastern France. The trial design, methods, rationale and results have been described in detail elsewhere (Briaçon et al., 2010) (Bonsergent et al., 2013). Briefly, PRALIMAP was a 2x2x2 factorial cluster randomized trial assessing the effectiveness of three interventional strategies on overweight prevention (education, environment, and overweight screening and care management). Data were collected at three time points: the starts of grade 10 (T0), grade 11 (T1) and grade 12 (T2). Every academic year, a letter of information was sent to students' parents, who had to sign a written refusal if they did not want the trial to collect data for their children. In the high school, students had also to give written and oral information. The PRALIMAP monitor explained the purpose of the measurements, reassured students about the confidential nature of data, answered any queries and confirmed the right not to participate.

Except for age, family composition, the parents' employment status (executives, intermediate occupations, farmers, shopkeepers, craftspeople, managers, employees, retired, unemployed, inactive), and the type of school, which were obtained from the Lorraine Board of Education, all the data were collected through self-administered questionnaires at enrolment T0 in the PRALIMAP programme, at the start of grade 10 (Briaçon et al., 2010).

### *Measurements*

All data used in this study were collected at T0. Socio-economic, familial and school-related data were collected and categorized by gender. Socio-economic characteristics were: social and professional class of the family (executives, intermediate jobs, farmers, shopkeepers, craftspeople and managers, or employees and workers, or

retired, unemployed and inactive), family income level (high or moderate and low), and place of residence (urban or rural). Family characteristics were: family composition (two-parent or single-parent families), adolescents' perception of parental physical activity level (low and average or high). School-related characteristics were: high school category (general and technological school or professional), schooling (classic/advance placement at school or late placement at school) and school boarding status (non-boarder, half-boarder, and full-boarder).

Explaining schooling variable is necessary: students had to be 15 years old when they started grade 10. Older students were thus considered to be behind their peers: "late placement at school". Younger students were thus considered to be advancing their peers: "advance placement at school".

PA and SB were assessed using the validated French short version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) (Craig et al., 2003) (Rütten et al., 2003) ("IPAQ scoring protocol - International Physical Activity Questionnaire," n.d.), which indicates the amount of PA performed 7 days prior to the questionnaire ; it also provides an estimate of total time spent engaged in PA over the previous 7 days (minutes), time spent in vigorous PA over the previous 7 days (minutes), days of vigorous PA per week, time spent in moderate PA over the previous 7 days (minutes), days of moderate PA per week, time spent walking over the previous 7 days (minutes) and days of walking per week, sitting time (minutes/day), and so of energy expenditure in METs-minutes per week, vigorous PA score (MET-minute/week), moderate PA score (MET-minute/week), walking score (MET-minute/week).

Compliance to the PNNS PA recommendations (adolescents should engage in at least one hour of moderate-to-vigorous activity per day) (Hercberg, 2011), and the WHO PA recommendations (one hour of moderate-to-vigorous PA per day but with the additional requirement to engage in vigorous activity at least three times per week) was assessed ("WHO | Global Recommendations on Physical activity for Health," n.d.).

SB was measured by sitting time. Adolescents were asked about the time they spent sitting during the day, including school time.

Active transportation (cycling) and leisure time PA (practiced more one sport) were assessed with an additional ad hoc questionnaire.

An average METs score was attributed to each type of activity: 3.3 METs for walking, 4.0 METs for moderate activity and 8.0 for vigorous activity ("IPAQ scoring protocol -

International Physical Activity Questionnaire," n.d.). A combined total physical activity MET-minute/week was computed as the sum of Walking + Moderate + Vigorous MET-minute/week scores ("IPAQ scoring protocol - International Physical Activity Questionnaire," n.d.). Total physical activity score (MET-minute/week), vigorous physical activity score (MET-minute/week), moderate physical activity score (MET-minute/week), walking score (MET-minute/week), active transportation, leisure time PA and sitting time (minutes/day) were considered as main variables.

#### *Statistical analyses*

Interactions between gender and socio-economic, family and school-related variables were systematically sought for all PA and SB components. With regard to total PA, statistically significant interactions were found between gender and social and professional class ( $p=0.042$ ), and gender and high school category ( $p=0.0118$ ). Similar results were found regarding vigorous PA. With regard to moderate PA, the interaction between gender and schooling was significant ( $p=0.018$ ) as was the interaction between gender and parental physical activity level ( $p=0.0104$ ). In light of such results, separate analyses were carried out for girls and boys.

To describe sample characteristics, continuous and discrete variables are presented as mean  $\pm$  standard deviation (SD) and categorical variables as percentages. Comparisons between boys and girls required the use of Student's t-test for continuous and discrete variables and chi-square test for categorical variables. Linear regression models (for continuous or discrete variables) and logistic regression models (for categorical variables) were used to estimate the association between PA and SB variables and socio-economic, family and school-related characteristics. Bivariate analyses were used to assess independent associations between PA and SB variables and other characteristics. In bivariate analyses, a variable was made eligible for multivariate analyses if  $p\text{-value} \leq 0.2$ . For multivariate analyses, a stepwise selection method was used with a 0.05 level of entry and retention in the model. With each regression model, the standardised regression coefficient  $\beta$  (for continuous explained variables) and OR (for categorical explained variables) with 95% confidence interval (95% CI) and  $p\text{-value}$  ( $p$ ) were calculated. Given the large number of PA variables, only multivariate results are presented in the results section. Statistical analyses were made using SAS 9.3 (SAS Inst., Cary, NC, USA).

## Results

### *Sample characteristics*

The characteristics of the trial sample are presented in Table 1. There were differences between boys and girls with regard to high school category, boys attending general and technological schools less often than girls (84.3% vs 91.2%,  $p < .0001$ ) and lagging behind in their schooling more often (31.7% vs 24.4%,  $p < .0001$ ).

### *Physical activity and sedentary behaviour*

The data concerning PA and SB by gender are presented in Table 2. Adolescents spent more time doing vigorous physical activity (264.3 minutes/week) than moderate physical activity (181.8 minutes/week) or walking (155.9 minutes/week). Boys and girls differed significantly in PA participation, with the exception of walking (number of days and time spent per week). Boys spent 710.3 minutes/week in PA and girls 494.6 minutes/week. Boys devoted more days to vigorous PA (3.3 days/week) than moderate PA (2.8 days/week) and girls devoted more days to moderate PA (2.5 days/week) than vigorous PA (2.1 days/week). Boys spent 1289.1 MET-minute/weeks more than girls on vigorous PA and 160.3 MET-minute/week more on moderate PA. A marked difference was noted between boys and girls regarding total PA scores (4107.8 vs 2610.7 respectively  $p < .0001$ ). Boys reached the French and WHO recommendations more often than did girls (respectively 65.6% vs 35.4%,  $p < .0001$  and 58.3 % vs 27.5 %,  $p < .0001$ ). More adolescents reached the French recommendations than the WHO recommendations. Few adolescents reported using active transportation. Girls were less likely than boys to report using active transportation (31.8% vs. 25.1%). A third of girls and half the boys practiced leisure time PA. Boys spent significantly longer sitting (397.2 vs 386.6 minutes/day) than did girls. Remarkably, there were no, or only very small, correlations between time spent sitting and indicators of PA behaviours (Pearson correlation coefficient between total PA score and time spent sitting was 0.00817,  $p = 0.68$ ; data not shown).

### *Correlates physical activity and sedentary behaviour*

#### *Sedentary behaviour*

Tables 3 and 4 show the factors associated with PA and sitting time in girls and boys. Among girls, high school category and schooling variables were predictors of SB. Among boys, no explanatory factor was found for SB. One of the most remarkable results is that among girls and as well as boys there was only one underlying factor for

total PA - parental physical activity ; whereas several factors were significant for total PA score components.

#### *Vigorous physical activity*

Among girls, as with the total PA score, vigorous PA score was associated with only the parental PA level. Among boys, several socio-economic factors were associated with vigorous PA score: social and professional class of family, family income and parental PA level. Girls and boys, whose parents had a high PA level, practiced more vigorous PA than did those whose parents had a low PA level (+440.5 MET-minute/week girls; +482.3 MET-minute/week boys). Boys from socially less privileged backgrounds participated in vigorous PA more than did boys with parents from socially and professionally privileged backgrounds ( $P=0.0148$ ). Moreover, compared to those who assessed their standard of living as low, boys who assessed their standard of living as high reported greater participation in vigorous PA (+299.4 MET-minute/week).

#### *Moderate physical activity*

Among girls, moderate PA score was associated only with schooling variables. Girls lagging behind their schoolmates reported that they participated more in moderate PA ( $p<0.0001$ ). Among boys, several socio-economic factors were associated with this component: family income, the family's social and professional status, and the parents' level of PA. Boys whose parents had a high level of PA participated more in moderate PA (+482.3 MET-minute/week). Boys living in rural areas, like non-boarder, participated more in moderate PA than did boys living in urban areas or half-board (respectively +123.3 and +252 MET-minute/week).

#### *Walking*

Among girls, walking score was associated with high school type and schooling variables. Girls enrolled in general or technical schools, and those lagging behind their schoolmates, reported they walked more (respectively +191.1 MET-minute/week and +147.8 MET-minute/week). Among boys, the walking score was associated with such factors as the family structure and the type of schooling. Boys lagging behind their schoolmates as well as those from single-parent families walked more (respectively +106.1 MET-minute/week and +192.3 MET-minute/week).

#### *Active transportation*

Among girls, active transportation was associated with residence ( $p<.0001$ ), school boarding status ( $p<.0001$ ) and family composition ( $p=0.0024$ ). Girls living in urban

areas, those who full-boarded, and girls from single-parent families used active transportation more often. Among boys, active transportation was associated with such factors as residence and school status. Boarding boys as well as boys living in urban areas used active transportation more often ( $p < .0001$ ).

#### *Number of leisure time PA*

Among girls, taking part in leisure time PA was associated with family income and parental PA level factors. The percentage of girls who participated in leisure time PA was higher among those who assessed their standard of living as high ( $p = 0.0441$ ) and among those whose parents had a high level of participation in PA ( $p = 0.0002$ ). Among boys, participation in leisure time PA was associated with such factors as family income, place of residence, and the parents' level of PA. The percentage of boys who participated in leisure time PA was higher among those who assessed their standard of living as high ( $p = 0.0092$ ) and among those whose parents had a high level of participation in PA ( $p = 0.0162$ ). Moreover, the number of boys who reported participating in leisure time PA was higher among those living in rural areas ( $p = 0.0002$ ).

## **Discussion**

### *Main results*

The most striking result was that, with the exception of the parents' perception level of PA by adolescents, no factors were associated with the total PA score in either boys or girls, while socio-economic, family and school-related variables accounted for PA and SB. Socio-economic, family and school-related factors were associated with PA and SB among boys and girls in different ways. Among boys, no socio-economic, family and school-related variables were associated with sitting time variable.

### *Limitations and strengths*

The social and professional class of the family variable, which compared the parents' level of education as well as the family's income (Hanson & Chen, 2007) was perhaps not the most relevant way to measure a family's socio-economic status / standard of living. However, it was the most reliable available variable collected from the Lorraine Board of Education while the other variables could only be collected from adolescents and would not be sufficiently reliable.

PA and SB were measured using a self-administered questionnaire (IPAQ) which could result in a reporting bias. However, the IPAQ is a validated questionnaire commonly used for assessing PA and SB in population – based studies (Craig et al., 2003).

Despite these limitations our study has some strength. Data have been collected on a large representation sample of teenagers at the inclusion in a prevention trial.

PA was measured globally (total energy expenditure), and taking into account other indicators such as context (leisure time, active transportation). We took into account social factors which are not frequently studied concomitantly such as schooling, school boarding status, family composition, residence... In this case, using a cross sectional study is pertinent for exploring socioeconomic, family and school-related correlated of PA and SB in adolescent.

#### *Behaviour by gender*

Our study confirms that boys are more physically active and more sedentary than girls. This result was found in several studies (Borraccino et al., 2009; Brodersen, Steptoe, Boniface, & Wardle, 2007; Chalabaev, Sarrazin, Fontayne, Boiché, & Clément-Guillotin, 2013; Gracia-Marco et al., 2013; Leech, McNaughton, & Timperio, 2014). The Helena European study (Gracia-Marco et al., 2013) showed that boys had more vigorous PA and more SB (screen time) than girls did. Various situations can explain this difference. For Penney (Penney, 2002), gender differences in PA are connected with the activities offered in school physical education and also with the respective educational needs, interests and abilities of girls and boys. Other authors (Eime et al., 2013; Flintoff, 2008), showed that this difference is related to the difference of area of interest between boys and girls. Boys prefer sport and competitions, involving vigorous PA.

Besides the fact that PA and SB were different among boys and girls, correlates of PA and SB were also different according to gender except for total PA. For Brodersen et al, socioeconomic difference in PA was observed only for girls but these differences in SB were observed for both genders (Brodersen et al., 2007).

#### *Physical activity and socio-economic, family and school-related factors*

A systematic review (Stalsberg & Pedersen, 2010), found that adolescents with higher social level are more physically active than those with lower social level. In contrast, our study showed more controversial result. Socioeconomic status was not associated with total PA while significant associations were found with different components of PA (vigorous PA, moderate PA, walking, leisure time, active transportation). This result



emphasizes the need of considering other parameters than the energy expenditure while measuring PA.

In our study, we found that adolescents living in rural areas used less active transportation. The same result was found by Lämmle et al. (Lämmle, Woll, Mensink, & Bös, 2013). This may be probably due to the rural environment context. In rural areas, the distances between home and school are too great to use active transportation.

#### *Parents' perception level of physical activity by adolescent*

Participation in leisure time PA was associated with family income level and parental physical activity perceived level by adolescent.

It seems that participation in PA during adolescence depends partly on emulation, parental encouragement, parents practices and social and family conditions (Gracia-Marco et al., 2013), as confirmed by the data presented here. Regardless of individual characteristics, the results of this study show that the family's environment, and especially the example set by parents, influences the behaviour of adolescent. Parental participation in PA reported by adolescents suggests that parental behaviours are considered to be examples as this has been shown in other cases (Bauman et al., Lancet Physical Activity Series Working Group, 2012; Charlotte L. Edwardson, 2010; Ornelas, Perreira, & Ayala, 2007).

Nonetheless recent meta-analysis found a significant degree of heterogeneity among studies on parental correlates in child and adolescent PA suggesting the need of supplementary investigations (Yao & Rhodes, 2015).

#### *Sitting time and socio-economic, family and school-related factors*

The existing literature across the world indicates higher levels of SB were also reported in children from lower socioeconomic status background and children from households with easier access to televisions and computers (Pate, Mitchell, Byun, & Dowda, 2011b). Coombs et al, found that children from higher social level spend more time sedentary but less time watching television than those from lower social level (Coombs, Shelton, Rowlands, & Stamatakis, 2013). In our study, boys have more sitting time than girls but no explanatory factor was found for sitting time among boys unlike girls for which schooling variables influenced SB. Various characteristics such as lack of academic progress, dropping out from school and enrollment in vocational schools are more often observed in underprivileged social environments and these factors

influence PA and SB. Our results emphasize the importance to take these factors into account when studies SB in adolescents, especially as the results are controversial.

### **Conclusion**

While excess weight and obesity are known to be most prevalent among the least privileged population groups and are associated with inactivity and SB, the privileged or least privileged adolescents tend to report the same total amount of energetic expenditure. The use of the total score is not sufficient to assess participation of adolescents in PA. Variations in context and ways of practicing PA have several health consequences in adolescents, which could worsen social health inequalities.

Enjoyment in participating in PA plays a role, as does whether or not participation is voluntary and mindful, and the kind of social ties established. It is important to promote health and PA while taking into account gender, as well as social, economic, and cultural characteristics. Differences in preferred activities, as well as such factors as environmental and social obstacles and logistical issues, are additional barriers for girls. Taking account the variations in the socio-economic, family and school contexts in which they live, everyone should have access to conditions allowing PA to be beneficial to health as defined by the WHO so as to reduce social health inequalities.

### **Acknowledgments**

The PRALIMAP trial group thanks all those who, through their various implications, led to the implementation of this project. These contributions were mentioned elsewhere (Briançon et al., 2010).

### **Trial registration**

The PRALIMAP trial has been approved by the French ethics committee “Commission Nationale de l’Informatique et des Libertés” (n° 906312) and registered at ClinicalTrials.gov (n° NCT00814554, <http://www.clinicaltrials.gov/>).

## References

- Bauman, A. E., Reis, R. S., Sallis, J. F., Wells, J. C., Loos, R. J. F., & Martin, B. W., Lancet Physical Activity Series Working Group. (2012). Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? *Lancet*, *380*(9838), 258–271. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60735-1](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60735-1)
- Biddle, S. J. H., Pearson, N., Ross, G. M., & Braithwaite, R. (2010). Tracking of sedentary behaviours of young people: a systematic review. *Preventive Medicine*, *51*(5), 345–351. <http://doi.org/10.1016/j.ypmed.2010.07.018>
- Biswas, A., Oh, P. I., Faulkner, G. E., Bajaj, R. R., Silver, M. A., Mitchell, M. S., & Alter, D. A. (2015). Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis. *Annals of Internal Medicine*, *162*(2), 123–132. <http://doi.org/10.7326/M14-1651>
- Bonsergent, E., Agrinier, N., Thilly, N., Tessier, S., Legrand, K., Lecomte, E., ... Briançon, S. (2013). Overweight and obesity prevention for adolescents: a cluster randomized controlled trial in a school setting. *American Journal of Preventive Medicine*, *44*(1), 30–39. <http://doi.org/10.1016/j.amepre.2012.09.055>
- Booth, S. L., Sallis, J. F., Ritenbaugh, C., Hill, J. O., Birch, L. L., Frank, L. D., ... Hays, N. P. (2001). Environmental and societal factors affect food choice and physical activity: rationale, influences, and leverage points. *Nutrition Reviews*, *59*(3 Pt 2), S21–39; discussion S57–65.
- Borraccino, A., Lemma, P., Iannotti, R. J., Zambon, A., Dalmaso, P., Lazzeri, G., ... Cavallo, F. (2009). Socioeconomic effects on meeting physical activity guidelines: comparisons among 32 countries. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *41*(4), 749–756. <http://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181917722>
- Briançon, S., Bonsergent, E., Agrinier, N., Tessier, S., Legrand, K., Lecomte, E., ... 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. <http://doi.org/10.1186/1745-6215-11-119>

- Brodersen, N. H., Steptoe, A., Boniface, D. R., & Wardle, J. (2007). Trends in physical activity and sedentary behaviour in adolescence: ethnic and socioeconomic differences. *British Journal of Sports Medicine*, *41*(3), 140–144. <http://doi.org/10.1136/bjism.2006.031138>
- Chalabaev, A., Sarrazin, P., Fontayne, P., Boiché, J., & Clément-Guillot, C. (2013). The influence of sex stereotypes and gender roles on participation and performance in sport and exercise: Review and future directions. *Psychology of Sport and Exercise*, *14*(2), 136–144. <http://doi.org/10.1016/j.psychsport.2012.10.005>
- Charlotte L. Edwardson, T. G. (2010). Parental influences on different types and intensities of physical activity in youth: A systematic review. *Psychology of Sport and Exercise - PSYCHOL SPORT EXERC*, *11*(6), 522–535. <http://doi.org/10.1016/j.psychsport.2010.05.001>
- Coombs, N., Shelton, N., Rowlands, A., & Stamatakis, E. (2013). Children's and adolescents' sedentary behaviour in relation to socioeconomic position. *Journal of Epidemiology and Community Health*, *67*(10), 868–874. <http://doi.org/10.1136/jech-2013-202609>
- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., ... Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *35*(8), 1381–1395. <http://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB>
- De Vet, E., de Ridder, D. T. D., & de Wit, J. B. F. (2011). Environmental correlates of physical activity and dietary behaviours among young people: a systematic review of reviews. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, *12*(5), e130–142. <http://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2010.00784.x>
- Dishman, R. K., Sallis, J. F., & Orenstein, D. R. (1985). The determinants of physical activity and exercise. *Public Health Reports (Washington, D.C.: 1974)*, *100*(2), 158–171.
- Eime, R. M., Harvey, J. T., Sawyer, N. A., Craike, M. J., Symons, C. M., Polman, R. C. J., & Payne, W. R. (2013). Understanding the contexts of adolescent female participation in sport and physical activity. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *84*(2), 157–166. <http://doi.org/10.1080/02701367.2013.784846>

- Flintoff, A. (2008). Targeting Mr average: participation, gender equity and school sport partnerships. *Sport Education and Society - SPORT EDUC SOC*, 13(4), 393–411. <http://doi.org/10.1080/13573320802445017>
- Gidlow, C., Johnston, L. H., Crone, D., Ellis, N., & James, D. (2006). A systematic review of the relationship between socio-economic position and physical activity. *Health Education Journal*, 65(4), 338–367. <http://doi.org/10.1177/0017896906069378>
- Gracia-Marco, L., Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Williams, C. A., Hagströmer, M., Manios, Y., ... Group, H. S. (2013). Seasonal variation in physical activity and sedentary time in different European regions. The HELENA study. *Journal of Sports Sciences*. <http://doi.org/10.1080/02640414.2013.803595>
- Hale, L., & Guan, S. (n.d.). Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: A systematic literature review. *Sleep Medicine Reviews*. <http://doi.org/10.1016/j.smr.2014.07.007>
- Hallal, P. C., Victora, C. G., Azevedo, M. R., & Wells, J. C. K. (2006). Adolescent physical activity and health: a systematic review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 36(12), 1019–1030.
- Hanson, M. D., & Chen, E. (2007). Socioeconomic status and health behaviors in adolescence: a review of the literature. *Journal of Behavioral Medicine*, 30(3), 263–285. <http://doi.org/10.1007/s10865-007-9098-3>
- Hercberg, S. (2011). Le Programme National Nutrition Santé (PNNS) : un vrai programme de santé publique. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 46(2, Supplement 1), S5–S10. [http://doi.org/10.1016/S0007-9960\(11\)70013-X](http://doi.org/10.1016/S0007-9960(11)70013-X)
- IPAQ scoring protocol - International Physical Activity Questionnaire. (n.d.). Retrieved July 23, 2013, from <https://sites.google.com/site/theipaq/scoring-protocol>
- Janssen, I., & Leblanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7, 40. <http://doi.org/10.1186/1479-5868-7-40>

- Lämmle, L., Woll, A., Mensink, G. B. M., & Bös, K. (2013). Distal and proximal factors of health behaviors and their associations with health in children and adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *10*(7), 2944–2978. <http://doi.org/10.3390/ijerph10072944>
- Leech, R. M., McNaughton, S. A., & Timperio, A. (2014). The clustering of diet, physical activity and sedentary behavior in children and adolescents: a review. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *11*, 4. <http://doi.org/10.1186/1479-5868-11-4>
- Löllgen, H., Böckenhoff, A., & Knapp, G. (2009). Physical activity and all-cause mortality: an updated meta-analysis with different intensity categories. *International Journal of Sports Medicine*, *30*(3), 213–224. <http://doi.org/10.1055/s-0028-1128150>
- Montoye, H. J. (2000). Introduction: evaluation of some measurements of physical activity and energy expenditure. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *32*(9 Suppl), S439–441.
- Nelson, M. C., Neumark-Stzainer, D., Hannan, P. J., Sirard, J. R., & Story, M. (2006). Longitudinal and secular trends in physical activity and sedentary behavior during adolescence. *Pediatrics*, *118*(6), e1627–1634. <http://doi.org/10.1542/peds.2006-0926>
- Ornelas, I. J., Perreira, K. M., & Ayala, G. X. (2007). Parental influences on adolescent physical activity: a longitudinal study. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *4*, 3. <http://doi.org/10.1186/1479-5868-4-3>
- Pate, R. R., Mitchell, J. A., Byun, W., & Dowda, M. (2011). Sedentary behaviour in youth. *British Journal of Sports Medicine*, *45*(11), 906–913. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090192>
- Pate, R. R., O’Neill, J. R., & Lobelo, F. (2008). The evolving definition of “sedentary.” *Exercise and Sport Sciences Reviews*, *36*(4), 173–178. <http://doi.org/10.1097/JES.0b013e3181877d1a>

- Penney, D. (2002). *Gender and Physical Education: Contemporary Issues and Future Directions*. Routledge.
- Rütten, A., Ziemainz, H., Schena, F., Stahl, T., Stiggelbout, M., Auweele, Y. V., ... Welshman, J. (2003). Using different physical activity measurements in eight European countries. Results of the European Physical Activity Surveillance System (EUPASS) time series survey. *Public Health Nutrition*, 6(4), 371–376. <http://doi.org/10.1079/PHN2002450>
- Sallis, J. F., Prochaska, J. J., & Taylor, W. C. (2000). A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(5), 963–975.
- Samitz, G., Egger, M., & Zwahlen, M. (2011). Domains of physical activity and all-cause mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *International Journal of Epidemiology*, 40(5), 1382–1400. <http://doi.org/10.1093/ije/dyr112>
- Saunders, T. J., Chaput, J.-P., & Tremblay, M. S. (2014). Sedentary behaviour as an emerging risk factor for cardiometabolic diseases in children and youth. *Canadian Journal of Diabetes*, 38(1), 53–61. <http://doi.org/10.1016/j.jcjd.2013.08.266>
- Stalsberg, R., & Pedersen, A. V. (2010). Effects of socioeconomic status on the physical activity in adolescents: a systematic review of the evidence. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(3), 368–383. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01047.x>
- Tan, V. P. S., Macdonald, H. M., Kim, S., Nettlefold, L., Gabel, L., Ashe, M. C., & McKay, H. A. (2014). Influence of physical activity on bone strength in children and adolescents: a systematic review and narrative synthesis. *Journal of Bone and Mineral Research: The Official Journal of the American Society for Bone and Mineral Research*, 29(10), 2161–2181. <http://doi.org/10.1002/jbmr.2254>
- Telama, R. (2009). Tracking of physical activity from childhood to adulthood: a review. *Obesity Facts*, 2(3), 187–195. <http://doi.org/10.1159/000222244>

Tremblay, M. S., Leblanc, A. G., Janssen, I., Kho, M. E., Hicks, A., Murumets, K., ... Duggan, M. (2011). Canadian sedentary behaviour guidelines for children and youth. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquée, Nutrition et Métabolisme*, 36(1), 59–64; 65–71. <http://doi.org/10.1139/H11-012>

WHO | Global Recommendations on Physical activity for Health. (n.d.). Retrieved August 30, 2013, from [http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_recommendations/en/index.html](http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/index.html)

Yao, C. A., & Rhodes, R. E. (2015). Parental correlates in child and adolescent physical activity: a meta-analysis. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12(1), 10. <http://doi.org/10.1186/s12966-015-0163-y>



**Table 1: Socio-economic, family and school-related characteristics of adolescents by gender**

	Boys	Girls	
	N=1,256 (49.8%)	N=1,267 (50.2%)	
	n (%)	n (%)	P <sup>a</sup>
<b>Social and professional class of the family</b>			0.1949
Executives, Intermediate jobs, farmers, shopkeepers, craftsmen and managers	694 (55.8)	684 (54.4)	
Employees and workers (unskilled or skilled)	493 (39.6)	496 (39.4)	
Retired, inactive, unemployed	57 (4.6)	78 (6.2)	
<b>Family income level</b>			0.2162
Low or average	481(39.1)	516 (41.6)	
High	748 (60.9)	725 (58.4)	
<b>Residence</b>			0.0869
Urban	636 (51.7)	597 (48.3)	
Rural	593 (48.3)	639 (51.7)	
<b>High school category</b>			<.0001*
General and technological	1 059 (84.3)	1 156 (91.2)	
Professional	197 (15.7)	111 (8.8)	
<b>Schooling (age on entering grade 10)</b>			<.0001*
Classic or advance placement at school (<= 15 years)	858 (68.3)	958 (75.6)	
Late placement at school (> 15 years)	398 (31.7)	309 (24.4)	
<b>School boarding status</b>			0.1364
Non-boarder	243 (19.4)	240 (19.0)	
Half-boarder	883 (70.4)	922 (72.9)	
Full-boarder	129 (10.3)	102 (8.1)	
<b>Family composition</b>			0.2392
Two-parents	1 070 (86.0)	1 061 (84.3)	
Single-parent	174 (14.0)	197 (15.7)	
<b>Parental PA perceived level</b>			0.6716
Low or average	661 (53.4)	678 (54.3)	
High	576 (46.6)	571 (45.7)	

<sup>a</sup> P-value of chi square test comparing socio-economic characteristics in boys and girls ; \* Statistically significant (p < 0.05)

**Table 2: Physical activity and sedentary behaviour of adolescents by gender**

	Whole sample	Boys	Girls	p <sup>a</sup>
	N=2523 Mean (SD)	n=1256 (49.8%) Mean (SD)	n=1267 (50.2%) Mean (SD)	
<b>Global physical activity score (MET-minute/week)</b>	3 356 (2623.1)	4 107.8 (2740.2)	2 610.7 (2268.7)	<b>&lt;.0001</b>
<b>Vigorous physical activity score (MET-minute/week)</b>	2 114.3 (1929.1)	2 761.7 (2036.9)	1 472.6 (1572.6)	<b>&lt;.0001</b>
<b>Moderate physical activity score (MET-minute/week)</b>	727.1 (937.3)	807.6 (1042.0)	647.3 (813.0)	<b>&lt;.0001</b>
<b>Walking score (MET-minute/week)</b>	514.6 (749.4)	538.5 (771.6)	490.8 (726.3)	<b>0.10</b>
<b>Active transportation (walking or cycling)</b>				<b>0.0002</b>
Yes, n (%)	718 (28.5)	400 (31.8)	318 (25.1)	
<b>Leisure time physical activity</b>				<b>&lt;.0001</b>
Yes, n (%)	1 019 (40.1)	615 (49.0)	404 (31.9)	
<b>PNNS physical activity guidelines followed<sup>b</sup></b>				<b>&lt;.0001</b>
Yes, n (%)	1 273 (50.5)	824 (65.6)	449 (35.4)	
<b>WHO physical activity guidelines followed<sup>c</sup></b>				<b>&lt;.0001</b>
Yes, n (%)	1 081 (42.8)	732 (58.3)	349 (27.5)	
<b>Sitting time (minutes/day)</b>	391.9 (108.1)	397.2 (111.7)	386.6 (104.1)	<b>0.01</b>

<sup>a</sup> p-value of T-test (continuous variables) or chi square test (categorical variables) comparing physical activity and sedentary behaviour between boys and girls.

<sup>b</sup> French Nutrition and Health Program guidelines (PNNS: Programme National Nutrition Santé): At least one hour of moderate to vigorous activity per day.

<sup>c</sup> World Health Organization guidelines: One hour of moderate to vigorous physical activity per day with the additional requirement of engaging in vigorous activity at least three times per week.

**Table 3: Cross-sectional factors associated with physical activity and sedentary behaviour among girls**

	PA score (MET-minute/week)								Domain of PA				SB (minute/day)	
	Global PA		Vigorous PA		Moderate PA		Walking		Active transportation		Leisure-time PA		Sitting time	
	$\beta$	P	$\beta$	P	$\beta$	P	$\beta$	P	OR [95% CI]	P	OR [95% CI]	P	$\beta$	P
<b>Social and professional class of the family</b>														
Executives, intermediate jobs, farmers, shopkeepers, craftsmen, managers (unskilled or skilled)														
Employees and workers														
Inactive (retired, unemployed)														
<b>Family income level</b>														
Low or average														
High											1			
											1.3 [1.0 ; 1.7]			0.04
<b>Residence</b>														
Urban														
Rural														
<b>High school category</b>														
General or technological														
Professional														
<b>Schooling (age at entering in grade 10)</b>														
Classic/advance placement at school (<= 15 years)														
Late placement at school (> 15 years)														
<b>School boarding status</b>														
Non-boarder														
Half-boarder														
Full-boarder														
<b>Family composition</b>														
Two-parents														
Single-parent														
<b>Parental physical activity perceived level</b>														
Low or average														
High														

**Table 4: Cross-sectional factors associated with physical activity and sedentary behaviour among boys**

	PA score (MET-minute/week)								Domain of PA				SB (minute/day)			
	Global PA		Vigorous PA		Moderate PA		Walking		Active transportation		Leisure-time PA		Sitting time			
	$\beta$	P	$\beta$	P	$\beta$	P	$\beta$	P	P	OR [95% CI]	P	OR [95% CI]	P	$\beta$	P	
<b>Social and professional class of the family</b>																
Executives, intermediate jobs, farmers, shopkeepers, craftsmen, managers			0													
Employees and workers (unskilled or skilled)			<b>333.6</b>	<b>0.006</b>												
Inactive (retired, unemployed)			421.5	0.14												
<b>Family income level</b>																<b>0.009</b>
Low or average			0									1				
High			<b>299.4</b>									<b>1.4 [1.1 ; 1.7]</b>				
<b>Residence</b>																<b>0.003</b>
Urban					0					1		1				
Rural					<b>123.3</b>					<b>0.5 [0.4 ; 0.7]</b>		<b>1.4 [1.1 ; 1.8]</b>				
<b>High school category</b>																
General and technological course																
Professional																
<b>Schooling (age at entering in grade 10)</b>																<b>0.02</b>
Classic/advance placement at school (<= 15 years)								0								
Late placement at school (> 15 years)								<b>106.1</b>								
<b>School boarding status</b>																<b>&lt;.0001</b>
Non-boarder					0					1						
Half-boarder					<b>-252</b>	<b>0.001</b>				<b>0.3 [0.2 ; 0.5]</b>						
Full-Boarder					-52.5	0.65				<b>1.9 [1.2 ; 3.0]</b>						
<b>Family composition</b>																<b>0.002</b>
Two-parents								0								
Single-parent								<b>192.3</b>								
<b>Parental physical activity perceived level</b>		<b>&lt;0.0001</b>		<b>&lt;0.0001</b>		<b>0.0006</b>										<b>0.01</b>
Low or average	0		0		0							1				
High	<b>625.7</b>		<b>482.3</b>		<b>204.3</b>							<b>1.3 [1.1 ; 1.7]</b>				

Cross-sectional association between physical activity, sedentary behaviour and socio-economic, family, school-related factors using multivariate linear regression (for continuous outcomes) or logistic regression (for categorical outcomes)

**$\beta$** : linear regression coefficient ; **OR** : Odds ratio (logistic regression) and [95% Confident Interval]; **p**: p-value

**PA**: physical activity; **SB**: sedentary behaviour

### **3.1.2 CHEZ LES ADULTES**

#### **3.1.2.1 Profils d'activité physique et de sédentarité en population générale française et facteurs individuels et socio-économiques associés (Baromètre santé nutrition 2008)**

##### **a. Contexte et objectifs**

L'activité physique et la sédentarité sont actuellement reconnues comme étant deux comportements différents (on peut être à la fois très actif physiquement et avoir un temps de sédentarité qui est aussi très important). L'activité physique est connue pour avoir des effets positifs sur la santé alors que la sédentarité est associée à un moins bon état de santé. Pour une meilleure efficacité, les programmes de santé doivent pouvoir agir simultanément sur ces deux comportements en ciblant le comportement le moins favorable pour la santé (ex : agir sur la sédentarité pour un individu ayant une activité physique suffisante mais un niveau de sédentarité élevé). Cela implique de pouvoir identifier et caractériser des profils de personnes vis-à-vis de ces deux comportements. L'objectif de ce travail était d'identifier les profils comportementaux vis-à-vis de l'activité physique et de la sédentarité en population générale française ainsi que les facteurs personnels et socio-économiques qui y sont associés.

##### **b. Méthodes**

Pour répondre à cet objectif nous avons utilisé les données du Baromètre santé 2008. Un échantillon global de 3294 sujets âgé de 18 à 75 ans (56% de femmes, âge moyen de 44 ans) a été utilisé pour cette étude. L'activité physique (professionnelle, loisirs, transport actif) et la sédentarité (temps passé assis) ont été mesurées avec le GPAQ. Nous avons utilisé la méthode de classification ascendante hiérarchique (la méthode de Ward) pour l'identification des profils. Nous avons ensuite testé la robustesse de cette classification en utilisant une autre méthode (la classification ascendante non hiérarchique ou méthode des K-means) puis nous avons refait les mêmes analyses sur un échantillon aléatoire de 50% de l'échantillon initiale. L'identification des facteurs associés aux différents profils a été faite à l'aide d'une régression logistique polynomiale.

### c. Résultats

Nos résultats ont montré que la population générale française pouvait être classée en 5 profils différents selon leurs pratiques d'activité physique et de sédentarité. Si l'activité physique professionnelle représentait la partie la plus importante de l'activité physique totale, son niveau ne semblait pas être forcément une barrière à la pratique d'activité de loisirs. Les pratiques en activité physique et le comportement sédentaire en population française étaient diversifiés et semblaient socialement déterminés. Les catégories sociales moins favorisées avaient une activité physique totale élevée (avec une part très importante liée à l'activité professionnelle) et un temps de sédentarité faible, tandis que les catégories sociales favorisées avaient une activité physique totale basse avec un temps de sédentarité très élevé.

### d. Article

Ce travail a donné lieu à une publication dans la revue **Journal of Public Health**.

**Omorou AY, Coste J, Escalon H, Vuillemin A: Patterns of physical activity and sedentary behaviour in the general population in France: cluster analysis with personal and socioeconomic correlates. *J Public Health (Oxf)* 2015.**

### e. Références citées dans l'article (34 références)

(2,6,7,12,17,18,20,38,39,42,74,137–159)

# Patterns of physical activity and sedentary behaviour in the general population in France: cluster analysis with personal and socioeconomic correlates

Abdou Y. Omorou<sup>1</sup>, Joel Coste<sup>2</sup>, Hélène Escalon<sup>3</sup>, Anne Vuillemin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>EA 4360 APEMAC, University of Lorraine, Paris Descartes University, Nancy 54505, France

<sup>2</sup>EA 4360 APEMAC, University of Lorraine, Paris Descartes University, Hôtel Dieu, Paris, France

<sup>3</sup>Institut National de Prévention et d'Education pour la Santé (INPES), Saint-Denis, Paris 93200, France

Address correspondence to Abdou Y. Omorou, E-mail: yacoubou.omorou@univ-lorraine.fr

## ABSTRACT

**Background** Few studies have focused on relating physical activity (PA) and sedentary behaviour (SB) to identify homogeneous groups. This study aimed to identify patterns of PA and SB in France general population and their correlates.

**Methods** A sample of 3294 (mean age 44 ± 17 years) from the general population in France was included. PA and SB were assessed by the World Health Organization Global Physical Activity Questionnaire. Cluster analysis was used to identify PA and SB patterns, with polytomous logistic regression to identify their correlates.

**Results** Five clusters were identified: (i) 'low total PA, active-transportation and low SB' (41%), (ii) 'low total PA and moderate SB' (22%), (iii) 'low total PA, leisure-time PA and high SB' (15%), (iv) 'high total PA, moderate occupational PA and moderate SB' (17%) and (v) 'high total PA, vigorous occupational PA and low SB' (5%). Occupational PA substantially contributed to total PA which depended on socioeconomic status (SES): low total PA and high SB in higher SES and high total PA and low SB in lower SES.

**Conclusions** Based on PA and SB, French adults were clustered into groups with socioeconomic differences emphasizing that adapted interventions may be more beneficial for health.

**Keywords** clusters, correlates, physical activity, sedentary behaviour, socioeconomic status

## Introduction

International consensus supports that physical activity (PA) is beneficial for health.<sup>1</sup> Several studies have demonstrated that PA is associated with a reduced risk of all-cause mortality, chronic disease and conditions, and it extends life expectancy.<sup>2,3</sup> These beneficial health effects can be observed not only in people who achieve PA guidelines<sup>2</sup> but also in those who perform at least 15 min per day of moderate to vigorous PA.<sup>4</sup> In addition to overall PA level (global energy expenditure), the domains of PA (i.e. work and household activities, active-transportation [walking or cycling], leisure-time PA) affect health.<sup>2</sup>

Sedentary behaviour (SB) refers to any waking behaviour characterized by an energy expenditure ≤ 1.5 metabolic equivalent tasks while in a sitting or reclining posture and includes

sleeping, sitting, lying down, and watching TV and other forms of screen-based entertainment.<sup>5,6</sup> Recent studies have shown the adverse effects of SB on health.<sup>7</sup> SB time is associated with increased all-cause mortality, independent of overall PA level,<sup>8</sup> despite some association with PA level.<sup>9</sup> These results suggest that SB and PA are two different constructs (too much sitting is distinct from too little exercise) with possible independent effects on health.<sup>8,10</sup> Of note, people can achieve high levels of

Abdou Y. Omorou, MD, PhD student in Epidemiology and Public Health

Joel Coste, MD, Professor of Epidemiology and Public Health

Hélène Escalon, PhD in Economics

Anne Vuillemin, Professor of Sport Sciences (Physical Activity and Public Health)



PA and also exhibit high levels of SB.<sup>7</sup> Therefore, these two behavioural components have different patterns.

Several personal and socioeconomic factors appear to reliably link to PA<sup>11</sup> and SB<sup>12</sup> when considered separately. Even if PA and SB are two different constructs, the current trend among the population is decreased PA and increased SB, with a negative PA–SB balance.<sup>13</sup> To address this situation, PA and SB should be considered together in health prevention programmes. Although the intensity and duration of PA and SB have been investigated in a French population,<sup>14</sup> no study has explored whether homogeneous groups of adults have identifiable ways of patterning their PA across life domains and SB. So, identifying types of multiple life domains of PA and SB patterns and characterizing them on personal and socioeconomic factors may help in identifying more effective strategies to tailor interventions and policies for diverse subgroups. We sought to identify PA and SB patterns in the general population in France and their associated personal and socioeconomic factors.

## Materials and methods

### Study sample

This population-based study used data from the Nutrition Health Barometer survey conducted in France between 11 February and 19 May 2008 by the French national institute for prevention and health education. The survey was approved by the French Ethics Committee (Commission Nationale Informatique et Liberté) and all subjects gave their informed consent before their inclusion in the study. A computer-assisted telephone interview system was used to collect data for a nationally representative sample of 4714 people in France who were 12–75 years old and who spoke French. Of this sample, 3324 people (1468 men) were contacted by landline phone to answer questions about PA in addition to other themes of the Barometer survey.

### Measures

#### Physical activity and sedentary behaviour

PA and SB were assessed by the French version of the Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ).<sup>15</sup> The GPAQ is a self-reported questionnaire and was developed in 2002 by the World Health Organization (WHO) to survey population levels of PA and SB as part of the WHO STEPwise Approach to Chronic Disease Risk Factor Surveillance.<sup>16</sup> The GPAQ is designed to assess the frequency and duration of PA in three behavioural domains: occupational (including household activities), active-transportation (travel to and from places by walking or cycling) and leisure-time PA. Within

these domains, questions assess the frequency and duration of activities in two categories of intensity: vigorous and moderate. For each domain of PA, we calculated the proportion of subjects who declared exercising, the duration of exercise (minutes/week) and the intensity of PA (moderate or vigorous). The total PA was a sum of scores for all domains of PA: we used duration (minutes/week), proportion related to each domain and total PA levels (low, moderate and high). The GPAQ also assesses the time usually spent sitting or reclining per day as indicator of SB. Time spent sitting was expressed in minutes per day and was multiplied by 7 days to obtain the time spent sitting per week.

#### Personal and socioeconomic factors

Personal and socioeconomic characteristics of the participants were self-reported during a telephone interview.

*Personal factors.* Gender, age (year), marital status (single, married, widower or divorced) and smoking status (non-smoker, current smoker, former smoker). Body mass index (BMI) was calculated using reported weight and height. Weight status was defined using adult BMI cut-off (normal: 18–25 kg/m<sup>2</sup>, overweight or obese: >25 kg/m<sup>2</sup>).

*Socioeconomic factors.* Education level (<high school degree, high school degree, >high school degree); current employment status (worker, student, unemployed, retired); occupational categories according to the French institute of statistics classification (farmers, craftsmen and business leaders, managerial staff and high intellectual professions, intermediate professions, employee, manual workers, retired or without activity); monthly income level per household unit (low: €<1000, medium: €1000–2000, upper medium: €2000–3000, high: €>3000) and size of the city (rural, small city: <20 000, medium city: 20 000–100 000, large city: 100 000–2 000 000, large metropolis: >2 000 000, Paris area).

#### Statistical analysis

Subjects were clustered by their similarity in weekly duration of SB and moderate or vigorous PA for each PA domain measured by the GPAQ: occupational (including household work), active-transportation and leisure-time PA. The identification of patterns of PA and SB involved principal component analysis (PCA) followed by hierarchical and non-hierarchical clustering. The number of dimensions or factors to retain for PCA was determined by the Horn and Velicer methods.<sup>17</sup> Scores for the factors retained were then selected for cluster analysis. Agglomerative hierarchical cluster analysis (Ward method)<sup>18</sup> was used to obtain the initial cluster grouping because of the lack of a priori knowledge of the number of clusters involved.

The number of clusters selected was based on the rescaled distances evident in the hierarchical cluster dendrograms and statistical criteria such as  $R^2$ , pseudo- $F$ , pseudo- $t^2$  and cubic clustering criterion. Factors associated with patterns of PA and SB were analysed by polytomous logistic regression. Odds ratios (ORs) and 95% confidence intervals were calculated. We chose the cluster with the unhealthiest behaviour (low PA and high SB) as a reference.

*Internal validation.* Two methods were used to test the stability and the replicability of the hierarchical cluster solution. (i) *Subsample analysis:* PCA and agglomerative hierarchical cluster analysis were repeated with a random 50% sample of the initial population to investigate whether subjects similarly aggregated when they were distributed in subsamples. (ii) *Non-hierarchical cluster analysis (K-means)* was used to refine the initial cluster solution. This method does not assume a hierarchical relationship among clusters and allows for relocation of cases throughout the clustering process (reducing the risk of misassignment common to hierarchical cluster method).

Statistical analyses involved use of SAS 9.3 (SAS Inst., Cary, NC, USA). Student's  $t$ -test or  $\chi^2$  test was used for analysis. A  $P$ -value of  $<0.05$  was considered statistically significant.

## Results

### Characteristics of the study sample

Characteristics of the study sample are in Table 1. Among 3324 people contacted, PA and SB data were complete for 3294 (mean age  $44.4 \pm 17.3$  years, 55.7% female), which constituted our study sample. A total of 47% were married, 36.3% were overweight or obese and 27.9% were current smokers; 36.7% lived in Paris or a large metropolis, 52% had less than a high school degree, 53.9% were working and 70% had a medium or upper-medium monthly income. Most were managerial staff or had higher intellectual professions (27%), were manual workers (22.5%) or had intermediate professions (21.6%).

### Identified PA and SB clusters

PCA identified two factors. The first factor separated moderate and vigorous occupational PA, and the second factor separated leisure-time PA (vigorous and moderate intensity) and SB from the others (active-transportation and occupational PA). Cluster analysis identified five clusters with the following characteristics (Table 2 and Fig. 1): (i) low total and active-transportation PA and low SB, (ii) low total PA and moderate SB, (iii) low total PA, leisure-time PA and high SB, (iv) high total PA, moderate occupational PA and moderate SB and (v) high total PA, vigorous occupational PA and low SB.

**Table 1** Personal and socioeconomic characteristics of the study sample ( $n = 3294$ )

Personal factors		
Gender		
Male	1459	44.3
Female	1835	55.7
Age, years, mean $\pm$ SD	3294	$44.4 \pm 17.3$
Marital status		
Single	1245	37.8
Married	1547	47.0
Widower or divorced	502	15.2
Weight status <sup>a</sup>		
Normal	2117	63.7
Overweight/obese	1177	36.3
Smoking status		
Current smoker	919	27.9
Former smoker	782	23.7
Non-smoker	1593	48.4
Socioeconomic Factors		
Size of the city (inhabitants)		
Rural	851	25.8
Small (<20 000)	557	16.9
Medium (20 000–100 000)	450	13.7
Large city (100 000–2 000 000)	226	6.9
Large metropolis (>2 000 000)	771	23.4
Paris	439	13.3
Education level, $n$ (%)		
<High school degree	1713	52.0
High school degree	575	17.5
>High school degree	1006	30.5
Current employment status, $n$ (%)		
Working	1776	53.9
Unemployed	326	9.8
Student	425	12.9
Retired	767	23.3
Occupational categories, $n$ (%)		
Farmers	72	2.2
Craftsmen, business leaders	240	7.3
Managerial staff, higher intellectual professions	870	26.4
Intermediate professions	712	21.6
Employees	554	16.8
Manual workers	740	22.5
Without activity, retired	106	3.2
Monthly income level per household unit, $n$ (%)		
Missing	288	
Low (€<1000)	761	25.3
Medium (€1000–2000)	1514	50.4
Upper medium (€2000–3000)	500	16.6
High (€>3000)	231	7.7

Data are  $n$  (%) unless indicated.

<sup>a</sup>According to adult body mass index cut-off: normal (18–25 kg/m<sup>2</sup>); overweight or obese (>25 kg/m<sup>2</sup>).

**Table 2** PA and SB in five clusters for a sample of the general population in France ( $n = 3294$ )

	Cluster 1 ( $n = 1342$ ) (41.0%) <i>Low total and active- transportation PA and low SB</i>	Cluster 2 ( $n = 727$ ) (22.0%) <i>Low total PA and moderate SB</i>	Cluster 3 ( $n = 501$ ) (15.0%) <i>Low total PA, leisure-time PA and high SB</i>	Cluster 4 ( $n = 560$ ) (17.0%) <i>High total PA, moderate occupational PA and moderate SB</i>	Cluster 5 ( $n = 164$ ) (5.0%) <i>High total PA, vigorous occupational PA and low SB</i>	P-Value *
Occupational PA: % [95% CI], mean [95% CI]						
Percentage of subjects with occupational PA	44.5% [41.3–47.7]	40.3% [36.7–44.0]	34.9% [30.8–39.3]	100% [99.3–100]	100% [97.8–100]	<.0001
Duration (min/week)	124 [93–155]	112 [69–154]	138 [87–190]	1797 [1749–1845]	3673 [3583–3762]	<.0001
Vigorous PA (min/week)	24 [8–40]	24 [2–46]	52 [26–78]	323 [298–348]	2601 [2555–2647]	<.0001
Moderate PA (min/week)	100 [71–128]	88 [49–126]	86 [40–132]	1474 [1430–1518]	1071 [991–1152]	<.0001
Leisure-time PA: % [95% CI], mean [95% CI]						
Percentage of subjects with leisure-time PA	44.4% [41.2–47.6]	56.4% [52.8–60.0]	57.9% [53.6–62.2]	49.3% [45.1–53.4]	50.6% [43.0–58.3]	<.0001
Duration (min/week)	83 [72–94]	125 [110–140]	120 [102–139]	105 [88–123]	182 [150–214]	<.0001
Vigorous PA (min/week)	27 [21–33]	47 [38–55]	54 [44–64]	38 [29–48]	94 [76–111]	<.0001
Moderate PA (min/week)	56 [47–64]	78 [67–89]	66 [52–79]	67 [55–80]	88 [64–112]	<.0001
Active-transportation PA: % [95% CI], mean [95% CI]						
Percentage of subjects with active-transportation	64.1% [61.0–67.2]	55.2% [51.5–58.8]	40.9% [36.6–42.2]	54.3% [50.2–58.4]	47.0% [39.3–54.9]	<.0001
Duration (min/week)	140 [125–154]	108 [88–128]	71 [48–95]	124 [102–147]	164 [122–206]	<.0001
Global PA: % [95% CI], mean [95% CI]						
Total PA duration (min/week)	347 [308–385]	345 [293–397]	330 [267–393]	2027 [1967–2086]	4018 [3909–4128]	<.0001
Proportion of occupational PA	30.7% [28.5–32.8]	27.5% [25.1–30.0]	27.1% [24.1–30.0]	87.8% [85.0–90.0]	92.0% [87.1–96.7]	<.0001
Proportion of active-transportation PA	45.0% [42.6–47.1]	35.6% [33.0–38.1]	26.0% [22.9–29.2]	6.6% [3.8–9.3]	3.5% [–1.5–8.6]	<.0001
Proportion of leisure-time PA	24.4% [22.3–26.6]	36.9% [34.4–39.4]	46.9% [43.9–49.9]	5.6% [3.0–8.3]	4.5% [–0.3–9.4]	<.0001
Total PA: % [95% CI]						<.0001
Low	38.6% [35.5–41.7]	45.9% [42.3–49.6]	58.1% [53.8–62.4]	3.0% [1.8–4.8]	0% [0–0]	
Moderate	35.9% [32.8–38.9]	34.4% [30.9–37.8]	22.4% [18.7–26.0]	9.5% [7.0–11.9]	0% [0–0]	
High	25.5% [22.7–28.3]	19.7% [16.8–22.8]	19.6% [16.1–23.0]	87.5% [84.8–90.2]	100% [97.8–100]	
Sedentary behaviour: mean [95% CI]						
Time spent sitting (min/week)	624 [591–657]	2203 [2159–2248]	4009 [3956–4063]	1371 [1320–1422]	1127 [1032–1220]	<.0001

95% CI, 95% confidence interval; PA, physical activity; SB, sedentary behaviour. Active-transportation: walking or biking.

\*P value of t-test (continuous variables) or  $\chi^2$  test (categorical variables).

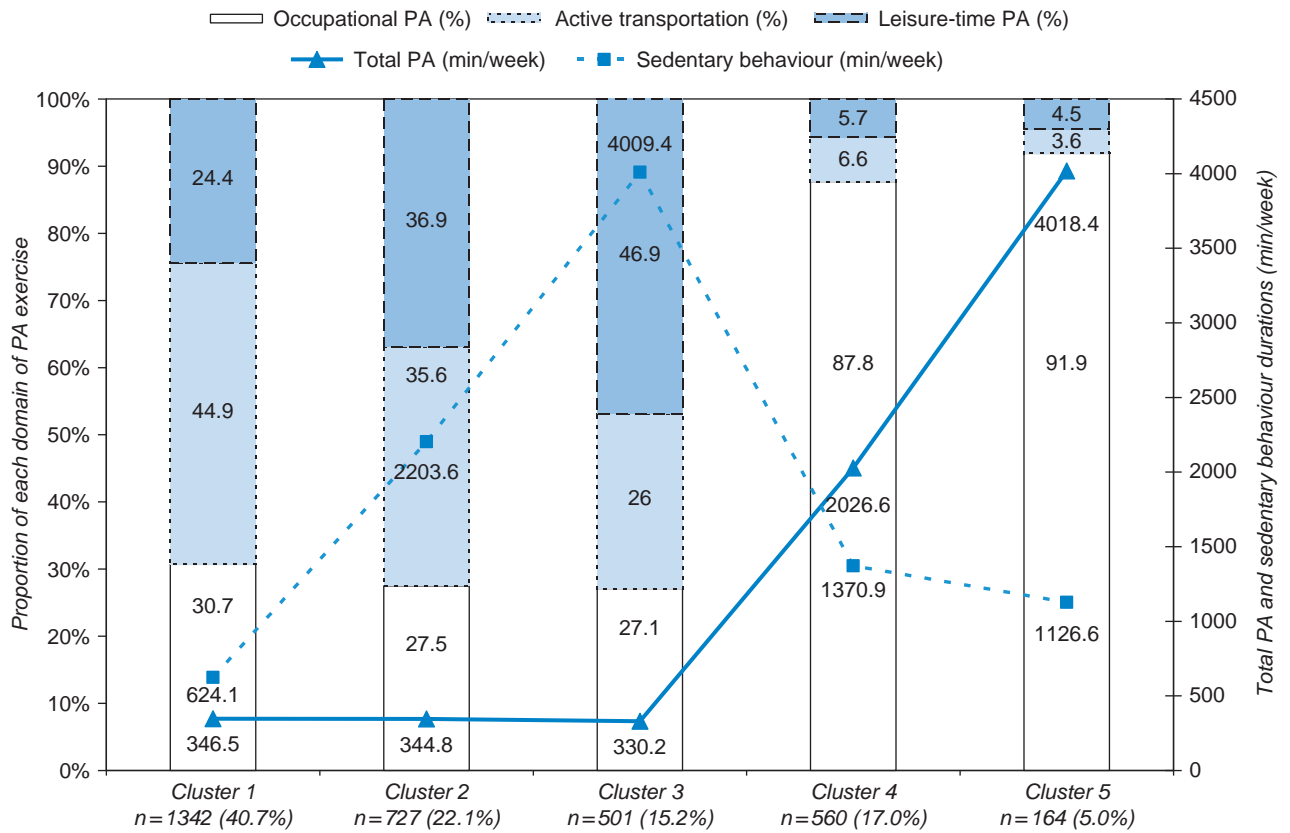


Fig. 1 PA and SB in each of the five clusters. Data represent mean proportion or minutes/week.

**Cluster 1 (low total and active-transportation PA and low SB) (41%)**

A 38.6% of subjects had low total PA level. The total PA duration was 347 min/week, with 45.0% related to active-transportation. This cluster had the lowest SB (624 min/week).

**Cluster 2 (low total PA and moderate SB) (22%)**

Although this cluster was similar to cluster 1 in total PA duration (347 versus 345 min/week), it differed in time spent sitting (624 versus 2203 min/week) and proportion of active-transportation and leisure-time PA.

**Cluster 3 (low total PA, leisure-time PA and high SB) (15%)**

This cluster had the lowest total PA duration (330 min/week) and the highest SB duration (4009 min/week). The largest portion of total PA was devoted to leisure-time PA (46.9%).

**Cluster 4 (high total PA, moderate occupational PA and moderate SB) (17%)**

Most people had moderate sitting time (1370 min/week) and a high total PA level (87.5%), mainly due to occupational PA (87.8%), especially moderate-intensity occupational PA.

**Cluster 5 (high total PA, vigorous occupational PA and low SB) (5%)**

All subjects had high total PA and occupational PA, particularly vigorous PA, representing 92%. This cluster represented the second less-sedentary subjects (1126 min/week).

**Internal validation**

The use of a *K*-means algorithm (non-hierarchical method), forcing the number of clusters to 5, led to similar clustering as with the Ward method, with good agreement (Cramer's  $V = 0.81$ ). Similar clustering solutions were found with analysis of a random 50% of the sample (Cramer's  $V = 0.81$ ). All these results supported the robustness of the five clusters.

**Personal and socioeconomic correlates of PA and SB clusters**

We used cluster 3 as the reference cluster because it could be considered an 'unhealthy cluster,' with the lowest total PA (duration and level) and highest SB duration. Personal factors were less strong predictors than socioeconomic factors (Table 3). Except for gender and weight status, most personal factors were not significantly associated with clusters. When compared with the reference cluster 3, subjects were more likely to be

**Table 3** Personal and socioeconomic factors associated with PA and SB in five clusters in a sample of the general population in France ( $n = 3294$ )

	Cluster 1		Cluster 2		Cluster 3		Cluster 4		Cluster 5	
	<i>Low total and active-transportation PA and low SB</i>		<i>Low total PA and moderate SB</i>		<i>Low total PA, leisure-time PA and high SB</i>		<i>High total PA, moderate occupational PA and moderate SB</i>		<i>High total PA, vigorous occupational PA and low SB</i>	
	n = 1342	OR [95% CI]	n = 727	OR [95% CI]	n = 501	Ref	n = 560	OR [95% CI]	n = 164	OR [95% CI]
<b>Personal factors</b>										
Age	1342	1.0 [1.0; 1.0]	727	1.0 [1.0; 1.0]	501	–	560	1.0 [1.0; 1.0]	164	1.0 [1.0; 1.0]
Gender										
Male	509	1	331	1	257	–	245	1	117	1
Female	833	<b>1.8 [1.4; 2.4]</b>	396	1.2 [0.9; 1.5]	244	–	315	<b>1.3 [1.0; 1.8]</b>	47	<b>0.5 [0.3; 0.8]</b>
Marital status										
Married	525	1	398	1	230	–	320	1	74	1
Single	617	0.8 [0.6; 1.1]	209	0.7 [0.6; 1.0]	204	–	150	<b>0.7 [0.5; 1.0]</b>	65	0.8 [0.5; 1.3]
Widower or divorced	200	1.0 [0.7; 1.4]	120	0.9 [0.6; 1.3]	67	–	90	0.9 [0.6; 1.3]	25	1.1 [0.6; 2.0]
Weight status										
Normal	938	1	457	1	304	–	325	1	93	1
Overweight/obese	404	<b>0.6 [0.5; 0.8]</b>	270	<b>0.7 [0.6; 0.9]</b>	197	–	235	0.8 [0.6; 1.0]	71	0.9 [0.6; 1.3]
Smoking status										
No smoker	770	1	330	1	211	–	241	1	41	1
Former smoker	274	0.9 [0.7; 1.2]	200	1.0 [0.7; 1.4]	122	–	157	1.1 [0.8; 1.6]	29	1.3 [0.7; 2.3]
Current smoker	298	<b>0.7 [0.5; 1.0]</b>	197	0.9 [0.7; 1.2]	168	–	162	1.1 [0.8; 1.5]	94	<b>3.1 [1.9; 5.1]</b>
<b>Socioeconomic factors</b>										
Size of the city location										
Paris	166	1	122	1	92	–	46	1	13	1
Large metropolis (>2 000 000)	309	0.9 [0.6; 1.3]	175	0.8 [0.5; 1.1]	142	–	118	1.3 [0.8; 2.0]	27	1.3 [0.6; 3.1]
Large city (100 000–2 000 000)	95	1.3 [0.8; 2.4]	54	1.0 [0.6; 1.8]	33	–	29	1.3 [0.7; 2.5]	15	<b>3.5 [1.4; 9.4]</b>
Medium city (20 000–100 000)	179	0.9 [0.6; 1.4]	103	0.8 [0.5; 1.3]	67	–	72	1.2 [0.7; 2.0]	29	<b>2.2 [1.0; 5.2]</b>
Small city (<20 000)	257	<b>1.6 [1.0; 2.5]</b>	112	1.1 [0.7; 1.7]	59	–	99	<b>2.0 [1.2; 3.4]</b>	30	<b>2.7 [1.2; 6.3]</b>
Rural	336	1.0 [0.7; 1.6]	161	0.9 [0.6; 1.3]	108	–	196	<b>1.9 [1.2; 3.1]</b>	50	<b>2.0 [1.0; 4.5]</b>
Education level										
<High school degree	862	1	283	1	133	–	316	1	119	1
High school degree	216	<b>0.6 [0.4; 0.8]</b>	135	0.9 [0.6; 1.3]	82	–	116	0.9 [0.6; 1.3]	26	<b>0.4 [0.2; 0.7]</b>
>High school degree	264	<b>0.4 [0.3; 0.5]</b>	309	0.7 [0.5; 1.1]	286	–	128	<b>0.4 [0.3; 0.6]</b>	19	<b>0.1 [0.1; 0.3]</b>
Current employment status										
Workers	418	1	463	1	436	–	319	1	140	1
Retired	363	<b>12.1 [7.2; 21.2]</b>	187	<b>5.9 [3.5; 10.4]</b>	31	–	172	<b>8.4 [4.8; 15.1]</b>	14	<b>2.9 [1.2; 7.0]</b>

Students	406	<b>27.5 [13.1; 65.4]</b>	3	0.3 [0.1; 1.1]	8	—	3	0.3 [0.1; 1.3]	5	0.8 [0.2; 3.1]
Unemployed	155	<b>4.4 [2.6; 7.7]</b>	74	<b>2.2 [1.3; 4.1]</b>	26	—	66	<b>2.9 [1.6; 5.3]</b>	5	0.6 [0.2; 1.7]
Occupational categories										
Managerial staff, higher intellectual professions	321	1	246	1	195	—	98	1	10	1
Craftsmen, business leaders	107	1.9 [1.0; 3.7]	47	1.6 [0.8; 3.1]	18	—	51	<b>3.2 [1.6; 6.4]</b>	17	<b>8.6 [3.1; 24.5]</b>
Employees	222	0.8 [0.5; 1.2]	118	0.7 [0.5; 1.1]	89	—	90	1.1 [0.7; 1.8]	35	<b>2.7 [1.1; 6.5]</b>
Farmers	32	<b>10.1 [1.9; 186.7]</b>	8	2.3 [0.3; 46.1]	1	—	22	<b>18.2 [3.4; 338.0]</b>	9	<b>54.7 [7.7; 1000]</b>
Intermediate professions	259	1.0 [0.7; 1.4]	185	1.0 [0.7; 1.4]	120	—	122	1.4 [0.9; 2.0]	26	<b>2.3 [1.0; 5.4]</b>
Manual worker	353	<b>1.7 [1.1; 2.7]</b>	100	0.8 [0.5; 1.3]	65	—	157	<b>2.2 [1.4; 3.6]</b>	65	<b>5.0 [2.2; 12.1]</b>
Without activity, retired	48	0.5 [0.2; 1.1]	23	0.6 [0.2; 1.3]	13	—	20	0.9 [0.4; 2.3]	2	1.7 [0.2; 9.4]
Monthly income level per household unit										
Medium (1000–2000 €)	549	1	351	1	233	—	291	1	90	1
Low (€ < 1000)	434	<b>2.0 [1.3; 2.9]</b>	119	<b>1.5 [1.0; 2.3]</b>	49	—	128	1.3 [0.9; 2.0]	31	0.9 [0.5; 1.7]
Upper medium (€2000–3000)	145	0.8 [0.5; 1.1]	132	<b>0.7 [0.5; 0.9]</b>	124	—	72	<b>0.7 [0.5; 1.0]</b>	27	1.2 [0.7; 2.0]
High (€ > 3000)	231	0.7 [0.4; 1.1]	66	<b>0.6 [0.4; 0.9]</b>	72	—	24	<b>0.5 [0.3; 0.9]</b>	4	0.4 [0.1; 1.1]

OR, odds ratio; 95% CI, 95% confidence interval; PA, physical activity; SB, sedentary behaviour. Active-transportation: walking or cycling.

Boldface indicates statistically significant ( $P < 0.05$ ).

<sup>a</sup>According to adult body mass index cut-off: normal (18–25 kg/m<sup>2</sup>); overweight or obese (>25 kg/m<sup>2</sup>).

female than male in cluster 1 (OR = 1.8 [1.4; 2.4]) and cluster 4 (OR = 1.3 [1.0; 1.8]) and male than female in cluster 5 (OR = 0.5 [0.3; 0.8]). The odds ratio of being overweight or obese was greater in cluster 3 than in clusters 1 and 2.

### Cluster 1 versus 3

Concerning socioeconomic factors, cluster 1 was associated with students or retired persons with a high education level. The associated occupations were farmers and manual workers with low-income level.

### Cluster 2 versus 3

Cluster 2 differed from cluster 3 essentially in occupational status and monthly income level. Subjects in cluster 2 were more likely to be retired or unemployed and had low level of income when compared with the reference cluster.

### Cluster 4 versus 3

Subjects in cluster 4 were likely to live in a small city or rural area, have a low education level and be retired and unemployed. The associated occupation was farmers, with low probability of having upper-medium or high monthly income.

### Cluster 5 versus 3

Cluster 5 subjects more likely lived in cities other than Paris or a large metropolis and had a low education level. The associated occupations were other than managerial staff and higher intellectual professions, except those without activity. Farmers were overrepresented in the cluster.

## Discussion

### Main findings of this study

This population-based study of PA and SB patterns in the general population in France highlighted non-uniform behaviours combining PA and SB, with an important role of socioeconomic factors rather than personal factors. On the basis of duration of PA domains (occupational, active-transportation, leisure-time) and duration of SB, patterns of exercise in the French general population appeared to be diverse. Exercise in PA and SB is socioeconomically determined because clusters with high total PA (clusters 4 and 5) featured subjects with low socioeconomic status (SES) and the cluster with low PA and high SB (cluster 3) featured subjects with high SES. A large part of the sample did not achieve high total PA corresponding to the recommended level of PA.<sup>19</sup> For those who achieved this level, occupational PA represented the predominant share. However, it should be noted that high occupational PA is not necessary a barrier to leisure-time or active-transportation PA

because the absolute durations of leisure-time and active-transportation PA were greater in cluster 5 (high occupational PA) than in cluster 3 (low occupational PA).

### What is already known

In general population, occupational PA substantially contributed to achieving PA recommendations in terms of energy expenditure. Clusters 4 and 5 had the highest total PA level and highest proportion of occupational PA. Similar results are described in the literature.<sup>20–22</sup> Among English adults, 36% of men and 25% of women were active at the recommended level when including occupational PA. When excluding occupational PA, these proportions were 23 and 19%, respectively.<sup>21</sup> Our clusters 4 and 5 had low SES than the reference cluster (cluster 3) which confirms that subjects with low socioeconomic are involved in occupational PA with important energy expenditure (increased total PA), whereas those with high socioeconomic are involved in less occupational PA with less energy expenditure (clerical work) and little active-transportation. This situation raises issues of whether high total PA level with a large proportion of occupational activities could have beneficial health effects. Even if such activity results in energy expenditure, not all domains of PA are equally beneficial for health. Occupational PA is associated with increased all-cause and ischaemic heart disease mortality.<sup>23,24</sup> Conversely, leisure-time PA is associated with reduced all-cause cardiovascular disease and cancer mortality<sup>25,26</sup> and increased health-related quality of life.<sup>27</sup>

In contrast to what could be expected,<sup>22,28</sup> low socioeconomic persons with high proportion of occupational PA can also engage in active-transportation or leisure-time PA. Leisure-time PA has long been found higher in people with high than low SES because of difficulties in access. However, national health-related programmes aimed at increasing PA could have resulted in improved accessibility to leisure-time PA (public awareness campaigns, growth of sport clubs etc.) and reduced perceived social and environmental barriers to leisure-time PA.<sup>29</sup> Also, practising for health reasons during leisure-time seems to have more importance than practising for pleasure,<sup>30</sup> which could explain this change. Recently, health, physical appearance and social reasons (to be with friends, better integrate into society and meet people from other cultures) were identified as the major determinants of PA in the European population.<sup>30</sup> If both leisure-time and occupational PA can be practised, the proportion of leisure-time and active-transportation PA needed to partly or completely offset the adverse effects of occupational PA remains unclear.

The risk of being overweight or obese was lower for clusters 1 and 2 than cluster 3. Given that these three clusters

were similar in total PA duration and differed by SB duration, SB among adults may be an important factor in overweight and obesity prevalence, as was found previously.<sup>31,32</sup> In particular, breaking up sedentary time may be important for cardio-metabolic health in reducing waist circumference, systolic blood pressure, triglycerides level and diabetes.<sup>32</sup>

The results of this study highlight socioeconomic differences in PA and SB among the general population in France. Subjects with high SES had the lowest total PA (with a large portion of leisure-time and active-transportation PA) and the highest SB, whereas those with low SES had the highest total PA (essentially occupational PA) and lower SB. This result was also observed in adults in Germany.<sup>22</sup> In light of current PA and SB recommendations, we could incorrectly conclude that people with low socioeconomic had ‘healthy behaviour,’ whereas those with high SES had ‘unhealthy behaviour’. However, the health benefits of PA are mostly related to domains of PA, particularly leisure-time and active-transportation, rather than global energy expenditure.<sup>23</sup>

### What this study adds

To promote health-enhancing behaviours, the proportionate universalism approach (promoting politics and interventions which intensity is proportional to population sub-group’s needs) may be the most suitable way. This approach is increasingly recommended especially for some socially determined behaviour such as PA and SB. This study helped to understand and identify different patterns of PA and SB in the general population in France and factors affecting the patterns, which may be important for adapting and enhancing public health interventions. Future studies with a longitudinal design are needed to explore the stability of these clusters over time.

Several studies have focused on the description and correlates of PA and SB separately<sup>11,28,33</sup> whereas identifying heterogeneous patterns of PA and SB has become a necessity. Cluster analysis is a relative new technique in classifying subjects with an important internal validity while performed as recommended (hierarchical and non-hierarchical procedure).<sup>34</sup> Unlike to other analytic approaches such as latent class analysis, cluster analysis gave consistent homogeneity of observations within clusters. This study used a relative large sample for clustering PA and SB that may be representative of the general population in France, thus allowing for generalization of the results.

### Limitations

Our study contains several limitations. PA and SB were assessed by a self-reported questionnaire, which could imply reporting bias. Nevertheless, the GPAQ was developed by the WHO in several languages and its reliability and validity have

been verified.<sup>15</sup> Results of reported PA and SB were similar to those observed with other questionnaires in the French adult population.<sup>27</sup> The cross-sectional design did not allow for determining whether the clusters and their correlates were stable over time. Longitudinal studies may allow for identifying, in addition to cross-sectional correlates, predictors of changes in clusters on which public health programmes must rely to improve healthy behaviours. Despite the large sample size, none stratified sampling process could result in under representing of some of levels of socioeconomic factors.

## Funding

This study was financially supported by the National Institute for Prevention and Health Education (INPES), Saint-Denis, France.

## References

- Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR *et al.* American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011;**43**(7):1334–59.
- Sabia S, Dugravot A, Kivimaki M *et al.* Effect of intensity and type of physical activity on mortality: results from the Whitehall II cohort study. *Am J Public Health* 2012;**102**(4):698–704.
- Lee I-M, Shiroma EJ, Lobelo F *et al.* Lancet Physical Activity Series Working Group. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet* 2012;**380**(9838):219–29.
- Wen CP, Wai JPM, Tsai MK *et al.* Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *Lancet* 2011;**378**(9798):1244–53.
- Sedentary Behaviour Research Network null. Letter to the editor: standardized use of the terms ‘sedentary’ and ‘sedentary behaviours.’ *Appl Physiol Nutr Metab* 2012;**37**(3):540–2.
- Owen N, Healy GN, Matthews CE *et al.* Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. *Exerc Sport Sci Rev* 2010;**38**(3):105–13.
- Tremblay MS, Colley RC, Saunders TJ *et al.* Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. *Appl Physiol Nutr Metab* 2010;**35**(6):725–40.
- Manns P. In people aged over 45, increased time spent sitting daily is associated with increased risk of all-cause mortality independent of physical activity level. *Evid Based Nurs* 2012;**15**(4):120–1.
- Chau JY, Grunseit AC, Chey T *et al.* Daily sitting time and all-cause mortality: a meta-analysis. *PLoS ONE* 2013;**8**(11):e80000.
- Pate RR, O’Neill JR, Lobelo F. The evolving definition of ‘sedentary.’ *Exerc Sport Sci Rev* 2008;**36**(4):173–8.
- Bertrais S, Preziosi P, Mennen L *et al.* Sociodemographic and geographic correlates of meeting current recommendations for physical activity in middle-aged French adults: the Supplémentation en Vitamines et Minéraux Antioxydants (SUVIMAX) Study. *Am J Public Health* 2004;**94**(9):1560–6.
- Rhodes RE, Mark RS, Temmel CP. Adult sedentary behavior: a systematic review. *Am J Prev Med* 2012;**42**(3):e3–28.
- Spittaels H, Van Cauwenbergh E, Verbestel V *et al.* Objectively measured sedentary time and physical activity time across the lifespan: a cross-sectional study in four age groups. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2012;**9**:149.
- Bertrais S, Beyeme-Ondoua J-P, Czernichow S *et al.* Sedentary behaviors, physical activity, and metabolic syndrome in middle-aged French subjects. *Obes Res* 2005;**13**(5):936–44.
- Bull FC, Maslin TS, Armstrong T. Global physical activity questionnaire (GPAQ): nine country reliability and validity study. *J Phys Act Health* 2009;**6**(6):790–804.
- Armstrong T, Bull F. Development of the World Health Organization Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ). *J Public Health* 2006;**14**(2):66–70.
- Coste J, Bouée S, Ecosse E *et al.* Methodological issues in determining the dimensionality of composite health measures using principal component analysis: case illustration and suggestions for practice. *Qual Life Res* 2005;**14**(3):641–54.
- Everitt BS. Unresolved problems in cluster analysis. *Biometrics* 1979;**35**(1):169.
- WHO. Global Recommendations on Physical activity for Health. WHO. [http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_recommendations/en/index.html](http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/index.html) (22 October 2013, date last accessed).
- Bergman P, Grjibovski AM, Hagströmer M *et al.* Adherence to physical activity recommendations and the influence of socio-demographic correlates - a population-based cross-sectional study. *BMC Public Health* 2008;**8**:367.
- Allender S, Foster C, Boxer A. Occupational and nonoccupational physical activity and the social determinants of physical activity: results from the Health Survey for England. *J Phys Act Health* 2008;**5**(1):104–16.
- Finger JD, Tylleskär T, Lampert T *et al.* Physical activity patterns and socioeconomic position: the German National Health Interview and Examination Survey 1998 (GNHIES98). *BMC Public Health* 2012;**12**:1079.
- Samitz G, Egger M, Zwahlen M. Domains of physical activity and all-cause mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *Int J Epidemiol* 2011;**40**(5):1382–400.
- Holtermann A, Mortensen OS, Burr H *et al.* The interplay between physical activity at work and during leisure time—risk of ischemic heart disease and all-cause mortality in middle-aged Caucasian men. *Scand J Work Environ Health* 2009;**35**(6):466–74.
- Autenrieth CS, Baumert J, Baumeister SE *et al.* Association between domains of physical activity and all-cause, cardiovascular and cancer mortality. *Eur J Epidemiol* 2011;**26**(2):91–9.
- Perez LG, Pratt M, Simoes EJ *et al.* Association between leisure-time physical activity and self-reported hypertension among Brazilian adults, 2008. *Prev Chronic Dis* 2013;**10**:E172.



- 27 Omorou YA, Erpelding M-L, Escalon H *et al.* Contribution of taking part in sport to the association between physical activity and quality of life. *Qual Life Res* 2013;**22(8)**:2021–29.
- 28 Talaei M, Rabiei K, Talaei Z *et al.* Physical activity, sex, and socio-economic status: a population based study. *ARYA Atheroscler* 2013; **9(1)**:51–60.
- 29 Van Tuyckom C. Macro-environmental factors associated with leisure-time physical activity: a cross-national analysis of EU countries. *Scand J Public Health* 2011;**39(4)**:419–26.
- 30 Ríos D, Cubedo M, Ríos M. Graphical study of reasons for engagement in physical activity in European Union. *Springerplus* 2013;**2**:488.
- 31 Pedisic Z, Grunseit A, Ding D *et al.* High sitting time or obesity: Which came first? Bidirectional association in a longitudinal study of 31,787 Australian adults. *Obesity (Silver Spring)* 2014. doi:10.1002/oby.20817.
- 32 Carson V, Wong SL, Winkler E *et al.* Patterns of sedentary time and cardiometabolic risk among Canadian adults. *Prev Med* 2014;**65**:23–7.
- 33 Owen N, Sugiyama T, Eakin EE *et al.* Adults' sedentary behavior determinants and interventions. *Am J Prev Med* 2011;**41(2)**:189–96.
- 34 Rovniak LS, Sallis JF, Saelens BE *et al.* Adults' physical activity patterns across life domains: cluster analysis with replication. *Health Psychol* 2010;**29(5)**:496–505.

## RÉSUMÉ DES RÉSULTATS DE L'AXE 1

### **Chez les adolescents**

- En moyenne, les garçons sont à la fois plus actifs et plus sédentaires que les filles
- 65% chez les garçons atteignent les recommandations PNNS sur l'activité physique contre 35% chez les filles
- La dépense énergétique totale et le temps total passé assis semblent être des indicateurs insuffisants pour analyser (description et identification des facteurs associés) l'activité physique et la sédentarité des adolescents
- La prise en compte du niveau d'intensité (élevé, modéré et marche) et du contexte de pratique (activité de loisirs, transport actif) permettent de mieux caractériser l'activité physique des adolescents.
- Les facteurs familiaux et scolaires sont les facteurs les plus significativement associés à l'activité physique et la sédentarité des adolescents.

### **Chez les adultes**

- Cinq (05) profils d'activité physique et de sédentarité ont été identifiés
- L'activité physique professionnelle représente la partie la plus importante de l'activité physique totale mais son niveau ne semble pas être un obstacle à la pratique d'activité physique de loisirs.
- Des différences sociales importantes en matière d'activité physique et de sédentarité ont été observées
  - Les catégories sociales les plus favorisées sont le plus sédentaires et les moins actives physiquement mais avec une part importante d'activité physique de loisirs
  - Les catégories sociales les moins favorisées sont les plus actives (mais essentiellement du fait de l'activité physique professionnelle) avec un temps de sédentarité plus faible.

### **3.2 AXE 2 : IMPACT DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE ET DE LA SÉDENTARITÉ SUR LA SANTÉ**

Cet axe avait pour objectif d'analyser l'impact de l'activité physique et de la sédentarité sur la QVLS. Ce travail a été fait en mettant un accent particulier sur deux aspects importants :

- La nécessité de la prise en compte des contextes de pratiques dans l'analyse de l'impact de l'activité physique et de la sédentarité sur la QVLS.
- Le caractère bidirectionnel des relations entre l'activité physique et la sédentarité d'une part, et la QVLS d'autre part.

### **3.2.1 CHEZ LES ADOLESCENTS**

#### **3.2.1.1 Activité physique, sédentarité et qualité de vie liée à la santé chez les adolescents: effets cumulatifs et relations bidirectionnelles ? (PRALIMAP)**

##### a. Contexte et objectifs

L'activité physique et la sédentarité sont reconnues comme étant des déterminants de la santé en général et de la QVLS en particulier. Cependant, la nature transversale ou longitudinale avec des analyses unidirectionnelles (activité physique et sédentarité comme facteurs explicatifs et QVLS comme facteur à expliquer) des études ne permet pas d'exclure la possibilité que les pratiques d'activité physique et de sédentarité peuvent être la conséquence d'une certaine QVLS. L'objectif de ce travail était de tester l'effet cumulatif et la nature bidirectionnelle de l'association entre l'activité physique, la sédentarité et la QVLS chez les adolescents en milieu scolaire.

##### b. Méthodes

Nous avons utilisé les données de 1445 adolescents issues de l'essai PRALIMAP qui a été mené en région Lorraine. Les adolescents ont été suivis sur deux années (de l'entrée en seconde jusqu'à l'entrée en terminale) avec trois temps de mesure (entrée en seconde, entrée en première et entrée en terminale). L'activité physique et la sédentarité ont été mesurées à partir du questionnaire IPAQ et la QVLS à partir du profil de santé de DUKE.

Les niveaux cumulés d'activité physique, de sédentarité et de QVLS ont été calculés sur les deux premiers temps de mesure. Le niveau cumulé correspond au nombre de fois où l'adolescent déclare une activité physique élevée (atteinte des recommandations du PNNS ou de l'OMS), une sédentarité élevée (plus de 7 h/jour assis par jour incluant le temps scolaire) ou à une bonne QVLS (score de QVLS supérieur à la valeur de référence en population française en fonction de l'âge et du sexe). Le niveau cumulé pouvant alors prendre les valeurs de 0 (aucune), 1 (une fois) ou 2 (deux fois). Une première étape a consisté à utiliser les niveaux cumulés d'activité physique et de sédentarité élevés comme prédicteurs de la QVLS à la fin de l'intervention (3<sup>ème</sup> temps de mesure). Puis, dans une seconde étape, nous avons utilisé les niveaux cumulés de bonne QVLS comme prédicteurs de l'activité

physique et de la sédentarité à la fin de l'intervention. Ces analyses ont été faites en utilisant des modèles de régression linéaire ou logistique ajustés sur certains facteurs notamment sociodémographiques.

#### c. Résultats

Ce travail a mis en évidence un effet cumulatif et une relation bidirectionnelle entre l'activité physique et la QVLS chez l'adolescent (i.e. une bonne QVLS était aussi bien une cause qu'une conséquence d'un niveau d'activité physique élevé ou d'une sédentarité basse). Pour ce qui était de la relation entre la sédentarité et la QVLS, nous avons observé un effet cumulatif et une relation unidirectionnelle (i.e. une mauvaise QVLS était plutôt une conséquence qu'une cause d'une sédentarité élevée). En combinant l'activité physique et la sédentarité, nous avons observé des effets contre balanciers de l'un sur l'autre. Plus précisément, l'effet positif d'un niveau d'activité physique élevé sur la QVLS était moins important si cette activité physique était associée à une sédentarité élevée et vice-versa.

#### d. Article

Ce travail a donné lieu à un article qui a été soumis à la revue Quality of Life Research (en cours de review).

***Omorou YA, Langlois J, Lecomte E, Briançon S, Vuillemin A: Cumulative and bidirectional association of physical activity and sedentary behavior with health-related quality of life in adolescents. Quality of life research. [soumis].***

#### e. Références citées dans l'article (35 références)

(3,7,35,42,45,50,53,56,57,98,101,103,107,153,157,160–179)

**Title: Cumulative and bidirectional association of physical activity and sedentary behaviour with health-related quality of life in adolescents**

**Authors :**

**Abdou Y Omorou**<sup>1</sup>, MD, PhD student ; **Johanne Langlois**<sup>1,2</sup>, PhD student ; **Edith Lecomte**<sup>2</sup>, PhD ; **Serge Briançon**<sup>1†</sup>, MD ; **Anne Vuillemin**<sup>1†</sup>, PhD

<sup>1</sup> EA 4360 APEMAC, University of Lorraine, Paris Descartes University, Nancy, 54500, France.

<sup>2</sup> National Conservatory of Arts and Crafts (CNAM), France.

<sup>†</sup> Equally contributed

**Corresponding author information:**

**Anne Vuillemin**

Ecole de Santé Publique de Nancy, Faculté de Médecine, 9 avenue de la Forêt de Haye, CS 50184, 54500 Vandœuvre-lès-Nancy, Cedex, France.

Phone : +33 3 83 68 35 62

Fax : +33 3 83 68 35 19

E-mail : anne.vuillemin@univ-lorraine.fr

**Words account:**

**Abstract:** 233 words

**Main text:** 2,964 words

**Tables:** 3

**Figures:** 1

**ABSTRACT:**

**Background:** The causality and directionality of the association of physical activity (PA) and sedentary behaviour (SB) with health-related quality of life (HRQoL) remain unknown in adolescents. This study aimed to investigate the association of 2-year cumulative level of PA and SB with HRQoL and the reverse association.

**Methods:** We included 1,445 adolescents in France from a 2-year longitudinal study with three follow-up times (PRALIMAP trial). At each follow-up, adolescents completed the international physical activity questionnaire for PA and SB and the DUKE health profile for HRQoL. Statistical analyses involved linear and logistic regressions adjusted for socio-demographic characteristics.

**Results:** The cumulative number of times an adolescent achieved the PA recommendations during the 2 years was associated with better physical, mental, social and general HRQoL ( $p$  for trend  $<0.0001$ ). In contrast, high SB predicted low HRQoL for most dimensions except social HRQoL ( $p=0.12$ ). Combining PA and SB, the effect of recommended PA on HRQoL was offset in part by high SB. In the reverse association, high HRQoL predicted high PA (overall, vigorous, moderate and recommended PA) but was not associated with SB.

**Conclusions:** The association of PA and HRQoL was cumulative and bidirectional among adolescents, whereas low HRQoL seemed to be a consequence of high SB rather than a cause (cumulative but not bidirectional). Promoting recommended PA and low SB may help improve HRQoL among adolescents, with a possible virtuous cycle with regard to PA.

**Key words:** physical activity, sedentary behaviour, health-related quality of life, adolescents.

## **INTRODUCTION**

Promoting regular physical activity (PA) and low sedentary behaviour (SB) are preventive public health interventions. Regular PA helps reduce global and specific mortality and improve life expectancy in adults [1, 2]. It is an important factor in preventing and reducing the incidence and prevalence of chronic diseases such as diabetes, cardiovascular diseases and cancer [3]. Conversely, SB has adverse health consequences [4]. High SB is associated with increased body mass index (BMI) and systolic blood pressure and worse inflammatory and insulin resistance profile, independent of PA level [5]. PA and SB are associated with numerous health consequences in children and adolescents and have similar short- and long-term health effects in childhood and adolescence [6–8]. In the long term, early PA is associated with reduced prevalence of chronic diseases in adulthood, which emphasizes the importance of a lifestyle with regular PA in childhood and adolescence for health benefits in adulthood [9, 10].

Health-related quality of life (HRQoL) is a multidimensional concept that can be defined as an individual's satisfaction or happiness in various life domains that affect or are affected by health [11, 12]. Beyond their effects on health, PA and SB have significant effects on HRQoL among adolescents. High PA is associated with high HRQoL and high SB is associated with low HRQoL [13]. The association of PA and SB with HRQoL is evident in adolescence.

However, questions remain about the directionality and causality of the association of PA and SB with HRQoL. Although HRQoL is assumed to be positively affected by high PA and negatively by high SB, most studies have had a cross-sectional or longitudinal design with unidirectional analysis and could not determine whether high HRQoL could also lead to high PA and/or low SB. Longitudinal studies with bidirectional analyses may help in understanding causality and directionality of the association of PA and SB with HRQoL in adolescents, as was found for the association of PA and body mass index (BMI) [14] and HRQoL and BMI [15]. Recently, a study of Australian adolescents found that regular PA over 5 years was associated with increased HRQoL, and screen-viewing activities were associated with low HRQoL [16]. In contrast, a 22-year study in youth found an association of BMI but not PA with adult HRQoL [17].

A regular PA lifestyle and/or low SB may help maintain or increase HRQoL, and a positive HRQoL may affect PA practice and sitting time. To better understand the directionality and causality of the association of PA and SB with HRQoL in high school adolescents we



investigated the longitudinal association of a 2-year cumulative level of recommended PA and/or high SB with final HRQoL and the reverse association.

## **METHODS**

### **PRALIMAP Trial**

The PRomotion de l'ALIMentation et de l'Activité Physique (PRALIMAP) trial was a 2x2x2 factorial cluster randomized trial assessing the effectiveness of three interventional strategies for overweight prevention (educational, environmental, and screening and care) in 24 state-run high schools in France over 2 academic years (2006-2009). Data were collected at three follow-up times: start of grades 10 (T0), 11 (T1) and 12 (T2). Adolescents were given written and oral information, and an information letter was sent to parents. Data for adolescents whose parent(s) refused in writing were not included in the analysis. The trial was approved by the French ethics committee Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (no. 906312) and registered in ClinicalTrials.gov (no. NCT00814554). The study protocol is described elsewhere [18]. The study showed the effectiveness of the screening and care strategy for weight reduction, [19] which was explained in part by increased PA and decreased SB [20].

### **Study sample**

Among the 3,538 students included in the PRALIMAP trial [19], 1,445 high school adolescents (14-18 years) had complete data for PA and HRQoL at the three follow-up times and constituted our study sample.

### **Measurements**

#### ***Physical activity and sedentary behaviour***

PA and SB were assessed by the French-validated short version of the IPAQ, [21] a self-reported questionnaire based on the declaration of PA performed in the previous 7 days. The results allow for estimating the duration of PA practice per day (minutes/day) for the three types of activities: vigorous, moderate and walking. The type and duration of PA were used to identify whether adolescents achieved one of two PA recommendations: the French Nutrition and Health Program (Programme National Nutrition Santé [PNNS]) recommendations [22] (adolescents engage in at least 1 hr of moderate to vigorous activity per day) or the World Health Organization (WHO) recommendations [23] (1 hr of moderate to vigorous PA per day and also engaging in vigorous activity at least three times per week).

SB was measured by sitting time. Adolescents were asked to answer questions about time spent sitting during a day, including school time. Because the association of daily sitting time and all-cause mortality is not linear and becomes statistically significant when daily sitting time is > 7 hr/day [24], SB was classified as low SB (< 7 hr/day) and high SB ( $\geq$  7 hr/day).

### ***Health-related quality of life***

HRQoL was assessed using the Duke Health Profile (DHP) [25, 26], a 17-item, generic, self-reporting questionnaire validated in French [26, 27]. Among the 10 dimensions explored in this questionnaire, physical, mental, social and general dimensions were of most interest because they correspond to the WHO definition of health; their scores were estimated independently on a scale from 0 to 100, with high scores indicating better HRQoL. Each score was then converted into z-score by using the mean and SD of gender and age-specific norms for the DHP French adolescent ( $z\text{-score} = [(score - norm)/SD \text{ of the norm}]$ ) [28]. Good HRQoL was considered  $z\text{-score} \geq 0$ .

### ***Covariates***

Several anthropometric and socio-demographic variables were considered potential confounders. Weight and height were measured during follow-up times by clinical research nurses. BMI was calculated as  $weight/height^2$  and used as a continuous variable. Overweight and obesity were defined according to the International Obesity Task Force (IOTF) age- and gender-specific cut-off values for BMI [29]. Other covariates were where self-reported by adolescents or provided by the local school office of the Nancy-Metz academy: gender, age group at inclusion (< 15, 15, > 15 years), social and professional class of parents (executives, intermediate jobs, farmers or shopkeepers or craftsmen, managers, employees and workers, retired or unemployed or inactive), family composition (two-parent, single-parent), high school category (general or technological, vocational), administrative area in France (Meurthe-et-Moselle, Moselle, Meuse and Vosges), family income level (low or average, high) and the PRALIMAP intervention group (screening and care, control).

### ***Statistical analysis***

Descriptive statistics were used to assess baseline characteristics of the study sample. Potential interactions were tested to assess the effect of gender or intervention group on the association of PA and SB with HRQoL. We found no statistically significant interaction.

We performed two sets of longitudinal analyses to examine the cumulative and bidirectional association of PA and SB with HRQoL. First, we analyzed the cumulative level during the first

2 years (T0 and T1) of recommended PA (adherence to PA recommendations) and high SB (daily sitting time  $\geq 7$  hr/day) as predictors of T2 HRQoL. Cumulative level was defined by the number of follow-up times that adolescents declared achieving PA recommendations and having  $\geq 7$  hr per day of sitting time. The calculated cumulative score ranged from 0 (none) to 2 (at both follow-ups). The cumulative levels of recommended PA and high SB were analyzed as predictors of T2 HRQoL (physical, mental, social and general dimensions) by linear regression analysis. Adolescents with a cumulative score of 0 (none) constituted the reference group.

Next, we examined the cumulative level of good HRQoL as a predictor of T2 PA and SB. The cumulative good HRQoL was defined by the number of follow-up times that adolescents had HRQoL z-scores  $\geq 0$  (for physical, mental, social and general dimensions). The calculated cumulative score ranged from 0 (no good HRQoL at any time) to 2 (good HRQoL at both follow-up times). Adolescents with a cumulative score of 0 (none) were the reference group. For all longitudinal analyses, cumulative scores were included as categorical variables to examine differences in PA, SB or HRQoL, and then analyses were repeated using the cumulative scores as continuous variables to obtain P values for a linear trend test. All analyses were adjusted for the covariates examined.  $P < 0.05$  was considered statistically significant. Statistical analyses involved use of SAS 9.3 (SAS Inst., Cary, NC, USA).

## **RESULTS**

### **Characteristics of the study sample**

Baseline characteristics of the 1,445 adolescents (43% males) are presented in **Table 1**. Most students were from general and technological high schools (89.3%) and families with a high-income level (62.1%); 17.7% were overweight or obese and 12.6% were living in single-parent families. At baseline, 44.6% achieved the PNNS PA recommendations, 39.0% the WHO PA recommendations and 32.8% had high SB. Nearly half of the adolescents had good HRQoL for all four dimensions (48.9%, 50.9%, 55.9% and 54.6% for physical, mental, social and general health, respectively).

### **PA and SB as predictors of HRQoL**

Cumulative level of recommended PA and high SB were predictors of T2 HRQoL (**Table 2**). Over the 2 years, 462 (32.0%) and 386 (26.7%) adolescents achieved the PNNS and WHO PA recommendations at the first 2 follow-ups, respectively. For SB, only 226 (15.6%) had high SB at the 2 first follow-ups. Increased number of times achieving PNNS PA recommendations

was associated with high T2 HRQoL score in all four dimensions (physical, mental, social and general health). As compared with adolescents who did not achieve the PNNS PA recommendations over the 2 years, for those who achieved the recommendations, scores for HRQoL at T2 (physical, mental, social and general health) were greater by  $3.8 \pm 1.2$  (p for linear trend =0.0012),  $5.2 \pm 1.4$  (p for linear trend =0.0004),  $8.7 \pm 1.2$  (p for linear trend <0.0001) and  $5.5 \pm 1.0$  (p for linear trend <0.0001), respectively. Similar results were observed for the WHO PA recommendations. Conversely, high SB was associated with low HRQoL scores for physical, mental and general health. As compared with adolescents with low 2-year SB, for those with high 2-year SB, scores for physical, mental, and general health HRQoL at T2 were  $-4.9 \pm 1.4$  (p for linear trend <0.0001),  $-4.2 \pm 1.7$  (p for linear trend = 0.013) and  $-3.1 \pm 1.2$  (p for linear trend = 0.0027), respectively. High SB did not predict T2 social health dimension (p for linear trend = 0.68).

#### **Combined PA and SB as predictor of HRQoL**

**Figure 1** illustrates the combined effects of PA and SB on HRQoL. For adolescents with "*Low PA and high SB*" at 2 years, except for social health dimension, T2 HRQoL score was lower by an average of 6 points, whereas those with "*Recommended PA and low SB*" at 2 years had significantly higher HRQoL scores. The relationship between combined "*Low PA and low SB*" and HRQoL described an approximate V-shaped curve, so the linear trend test was not significant except for social health (p<0.0001).. Cumulative level of "*Recommended PA and high SB*" was associated with high social health (p for linear trend =0.001) and general health (p for linear trend=0.02) dimensions.

#### **HRQoL as predictor of PA and SB**

The results for the cumulative level of good HRQoL as a predictor of T2 PA or SB are shown in **Table 3**. A significant proportion of adolescents had a persistently good HRQoL during the 2 years (30.6%, 36.5%, 38.7% and 39.0% for physical, mental, social and general health, respectively). Cumulative level of good HRQoL predicted more overall, vigorous, moderate and recommended PA at T2. Good HRQoL did not predict walking time PA or SB (p for linear trend > 0.05 for all dimensions).

To make sure that we avoided cross-sectional associations, we yielded supplementary analyses adjusting for the effect of cumulative level for T2 outcomes. For example, the effect of cumulative level of PA was adjusted for T2 PA. The results were similar (data not shown).

#### **DISCUSSION**

In this prospective study, we highlighted a cumulative and bidirectional association between PA and HRQoL but not SB and HRQoL for school-aged adolescents in France. The cumulative level of recommended PA strongly predicted high HRQoL at T2 and the cumulative level of good HRQoL predicted the recommended PA level at T2 (bidirectional association). In contrast, low HRQoL at T2 was predominantly a consequence of high SB rather than caused by high SB in adolescents. The 2-year cumulative high SB predicted low HRQoL at T2 for most dimensions except social health but the cumulative good HRQoL was not associated with SB at T2.

The adherence to the PNNS or WHO PA recommendations for adolescents during the 2 years of follow-up was associated with increased HRQoL at T2. The difference in HRQoL score was close to or greater than 5 points for all dimensions. Considering 5 points as the lower boundary of the group clinically meaningful difference in HRQoL score [30], maintaining a recommended PA level over the 2 years could be considered as a determinant of good HRQoL. This result was consistent with that found for German adolescents [31]; increased PA, especially PA in sport clubs, was a significant predictor of increased HRQoL [31].

The longitudinal association between SB and HRQoL seemed to be less obvious. High SB was associated with 2-year reduced HRQoL in physical, mental and general health dimensions. In the reverse, good HRQoL did not predict SB at T2 in adolescents (no significant association between cumulative good HRQoL score and SB level). In contrast to the PA–HRQoL associations, the SB–HRQoL associations were cumulative but not bidirectional (2-year high SB led to decreased HRQoL at T2, but the reverse association was not established). The lack of bidirectional association was also observed between SB and BMI in adults (obesity led to increased total sitting time, but the reverse association was unclear) [32]. These findings confirmed that PA and SB are different components [33] with different effects on health and deserve substantial attention.

Except for the social health dimension (**Figure 1**), the association of PA level and HRQoL was balanced by SB. PA seemed to be more important component than SB, but the longitudinal relationship between PA level and HRQoL was modified by SB level. For adolescents with the recommended PA level, low SB level had a positive effect on HRQoL, whereas high SB level reduced this effect (V-shaped curve). For better efficiency, public health programs should focus on these two components simultaneously. In a recent study [34], HRQoL scores were higher for Australian adolescents who were physically active and low screen-based media

users on school days than those who were not physically active every school day and high screen-based media users on school days.

Social health dimension was strongly related to PA as compared with the other dimensions of HRQoL. The bidirectional association between PA and social health was the most important (cumulative recommended PA level predicted the highest social health score at T2 and cumulative good social health score predicted the highest recommended PA level at T2). Conversely, we found no association of social health and SB, but cumulative high SB level predicted low HRQoL at T2 for the three other dimensions. Therefore, in adolescents, only PA level may affect the social health dimension.

The design of PRALIMAP might have influenced the results of this observational analysis. However, the interaction of the intervention group in the association between PA, SB and HRQoL was not significant and all statistical analyses were adjusted for the PRALIMAP intervention group variable (screening and care vs. control).

Our study contains some limitations. First, we used self-reported questionnaires, which could imply reporting bias. However, these questionnaires are validated and the use of self-reported questionnaires in large-sample surveys is a common practice. The PRALIMAP trial began in 2006 and the version of IPAQ for adolescents (IPAQ-A) was published in 2008, which explains that this version was not used in our study [35]. Nonetheless, the IPAQ was validated for 15-69 years old and so can be used for adolescents. Second, we could not rule out selection bias, because substantial portions of baseline participants were lost to follow-up or did not correctly complete the questionnaires. Despite these limitations, to our knowledge, this is the first study to analyse the bidirectional association of PA and SB with HRQoL in adolescents for exploring the causality and directionality of this association. The longitudinal design of this study (with helped to avoid cross-sectional association) and the large sample size were other strengths.

## **CONCLUSIONS**

This study suggests that PA and SB are important components in improving adolescents' well-being (HRQoL) as well as preventing or reducing non-communicable disease. The 2-year PA–HRQoL association was cumulative and bidirectional, whereas low HRQoL at T2 seemed to be a consequence of high SB rather than caused by high SB (cumulative but not bidirectional association). Promoting recommended PA and low SB simultaneously could be an important way to increase adolescents' HRQoL, for a possible virtuous cycle in

maintaining healthy behaviours. Longitudinal studies with longer follow-up are needed to assess the association of change in PA and SB with HRQoL.

### **ACKNOWLEDGMENTS**

On behalf of the PRALIMAP trial group, we thank all those who, through their various roles, led to the implementation of this project.

### **CONFLICTS OF INTEREST**

No financial disclosures were reported by the authors of this paper.

### **KEY-POINTS**

- The association between PA and HRQoL was cumulative and bidirectional implying that an action in one of them can result in effect on the other with a possible virtuous cycle.
- Conversely to the association between PA and HRQoL, the association between SB and HRQoL was not bidirectional indicating that PA and SB are two different components with different effect on adolescents' health.
- Positive effect of recommended PA on HRQoL was partly offset by high SB implying that public health programs must focused simultaneously on these two components for more effectiveness.

### **REFERENCES**

1. Lee, I.-M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., Katzmarzyk, P. T., & Lancet Physical Activity Series Working Group. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*, 380(9838), 219–229. doi:10.1016/S0140-6736(12)61031-9
2. Milton, K., Macniven, R., & Bauman, A. (2014). Review of the epidemiological evidence for physical activity and health from low- and middle-income countries. *Global public health*, 9(4), 369–381. doi:10.1080/17441692.2014.894548
3. Warburton, D. E. R., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. D. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ: Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*, 174(6), 801–809. doi:10.1503/cmaj.051351
4. Graff, M., North, K. E., Richardson, A. S., Young, K. M., Mohlke, K. L., Lange, L. A., ... Gordon-Larsen, P. (2013). Screen time behaviours may interact with obesity genes,

independent of physical activity, to influence adolescent BMI in an ethnically diverse cohort. *Pediatric obesity*, 8(6), e74–79. doi:10.1111/j.2047-6310.2013.00195.x

5. León-Latre, M., Moreno-Franco, B., Andrés-Esteban, E. M., Ledesma, M., Laclaustra, M., Alcalde, V., ... Aragon Workers' Health Study investigators. (2014). Sedentary lifestyle and its relation to cardiovascular risk factors, insulin resistance and inflammatory profile. *Revista Española De Cardiología (English Ed.)*, 67(6), 449–455. doi:10.1016/j.rec.2013.10.015

6. Janssen, I., & Leblanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7, 40. doi:10.1186/1479-5868-7-40

7. Aman, J., Skinner, T. C., de Beaufort, C. E., Swift, P. G. F., Aanstoot, H.-J., Cameron, F., & Hvidoere Study Group on Childhood Diabetes. (2009). Associations between physical activity, sedentary behavior, and glycemic control in a large cohort of adolescents with type 1 diabetes: the Hvidoere Study Group on Childhood Diabetes. *Pediatric diabetes*, 10(4), 234–239. doi:10.1111/j.1399-5448.2008.00495.x

8. Ekelund, U., Brage, S., Froberg, K., Harro, M., Anderssen, S. A., Sardinha, L. B., ... Andersen, L. B. (2006). TV viewing and physical activity are independently associated with metabolic risk in children: the European Youth Heart Study. *PLoS medicine*, 3(12), e488. doi:10.1371/journal.pmed.0030488

9. Fernandes, R. A., & Zanesco, A. (2010). Early physical activity promotes lower prevalence of chronic diseases in adulthood. *Hypertension research: official journal of the Japanese Society of Hypertension*, 33(9), 926–931. doi:10.1038/hr.2010.106

10. Malina, R. M. (2001). Physical activity and fitness: pathways from childhood to adulthood. *American journal of human biology: the official journal of the Human Biology Council*, 13(2), 162–172. doi:10.1002/1520-6300(200102/03)13:2<162::AID-AJHB1025>3.0.CO;2-T

11. WHO | The WHO Health Promotion Glossary. (n.d.). WHO. Retrieved March 18, 2014, from <http://www.who.int/healthpromotion/about/HPG/en/>



12. Skevington, S. M., Sartorius, N., & Amir, M. (2004). Developing methods for assessing quality of life in different cultural settings. The history of the WHOQOL instruments. *Social psychiatry and psychiatric epidemiology*, *39*(1), 1–8. doi:10.1007/s00127-004-0700-5
13. Hidalgo-Rasmussen, C. A., Ramírez-López, G., & Hidalgo-San Martín, A. (2013). [Physical activity, sedentary behavior and quality of life in undergraduate adolescents of Ciudad Guzman, State of Jalisco, Mexico]. *Ciência & saúde coletiva*, *18*(7), 1943–1952.
14. Hallal, P. C., Reichert, F. F., Ekelund, U., Dumith, S. C., Menezes, A. M., Victora, C. G., & Wells, J. (2012). Bidirectional cross-sectional and prospective associations between physical activity and body composition in adolescence: birth cohort study. *Journal of Sports Sciences*, *30*(2), 183–190. doi:10.1080/02640414.2011.631570
15. Jansen, P. W., Mensah, F. K., Clifford, S., Nicholson, J. M., & Wake, M. (2013). Bidirectional associations between overweight and health-related quality of life from 4-11 years: Longitudinal Study of Australian Children. *International journal of obesity (2005)*, *37*(10), 1307–1313. doi:10.1038/ijo.2013.71
16. Gopinath, B., Hardy, L. L., Baur, L. A., Burlutsky, G., & Mitchell, P. (2012). Physical activity and sedentary behaviors and health-related quality of life in adolescents. *Pediatrics*, *130*(1), e167–174. doi:10.1542/peds.2011-3637
17. Herman, K. M., Hopman, W. M., & Craig, C. L. (2010). Are youth BMI and physical activity associated with better or worse than expected health-related quality of life in adulthood? The Physical Activity Longitudinal Study. *Quality of life research: an international journal of quality of life aspects of treatment, care and rehabilitation*, *19*(3), 339–349. doi:10.1007/s11136-010-9586-8
18. Briançon, S., Bonsergent, E., Agrinier, N., Tessier, S., Legrand, K., Lecomte, E., ... 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. doi:10.1186/1745-6215-11-119
19. Bonsergent, E., Agrinier, N., Thilly, N., Tessier, S., Legrand, K., Lecomte, E., ... Briançon, S. (2013). Overweight and obesity prevention for adolescents: a cluster randomized controlled

trial in a school setting. *American journal of preventive medicine*, 44(1), 30–39. doi:10.1016/j.amepre.2012.09.055

20. Omorou, A. Y., Langlois, J., Lecomte, E., Vuillemin, A., Briançon, S., Bonsergent, E., ... Baumann, C. (2014). Adolescent Physical Activity and Sedentary Behavior: A Pathway in Reducing Overweight and Obesity. The PRALIMAP 2-Year Cluster Randomized Controlled Trial. *Journal of Physical Activity & Health*. doi:10.1123/jpah.2014-0035

21. Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., ... Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(8), 1381–1395. doi:10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB

22. Hercberg, S. (2003). Le programme national nutrition santé (PNNS). *Archives de Pédiatrie*, 10, Supplement 1, s54–s56. doi:10.1016/S0929-693X(03)90380-0

23. WHO | Global Recommendations on Physical activity for Health. (n.d.). WHO. Retrieved October 22, 2013, from [http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_recommendations/en/index.html](http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/index.html)

24. Chau, J. Y., Grunseit, A. C., Chey, T., Stamatakis, E., Brown, W. J., Matthews, C. E., ... van der Ploeg, H. P. (2013). Daily sitting time and all-cause mortality: a meta-analysis. *PloS one*, 8(11), e80000. doi:10.1371/journal.pone.0080000

25. Parkerson, G. R., Jr, Broadhead, W. E., & Tse, C. K. (1990). The Duke Health Profile. A 17-item measure of health and dysfunction. *Medical care*, 28(11), 1056–1072.

26. Vo, T. X. H., Guillemin, F., & Deschamps, J.-P. (2005). Psychometric properties of the DUKE Health Profile-adolescent version (DHP-A): a generic instrument for adolescents. *Quality of life research: an international journal of quality of life aspects of treatment, care and rehabilitation*, 14(10), 2229–2234. doi:10.1007/s11136-005-7021-3

27. Guillemin, F., Paul-Dauphin, A., Virion, J. M., Bouchet, C., & Briançon, S. (1997). [The DUKE health profile: a generic instrument to measure the quality of life tied to health]. *Santé publique (Vandoeuvre-lès-Nancy, France)*, 9(1), 35–44.

28. Baumann, C., Erpelding, M.-L., Perret-Guillaume, C., Gautier, A., Régat, S., Collin, J.-F., ... Briançon, S. (2011). Health-related quality of life in French adolescents and adults: norms for the DUKE Health Profile. *BMC public health*, *11*, 401. doi:10.1186/1471-2458-11-401
29. 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 (Clinical research ed.)*, *320*(7244), 1240–1243.
30. Cella, D., Bullinger, M., Scott, C., Barofsky, I., & Clinical Significance Consensus Meeting Group. (2002). Group vs individual approaches to understanding the clinical significance of differences or changes in quality of life. *Mayo Clinic proceedings*, *77*(4), 384–392. doi:10.1016/S0025-6196(11)61794-1
31. Spengler, S., & Woll, A. (2013). The more physically active, the healthier? The relationship between physical activity and health-related quality of life in adolescents: the MoMo study. *Journal of physical activity & health*, *10*(5), 708–715.
32. Pedisic, Z., Grunseit, A., Ding, D., Chau, J. Y., Banks, E., Stamatakis, E., ... Bauman, A. E. (2014). High sitting time or obesity: Which came first? Bidirectional association in a longitudinal study of 31,787 Australian adults. *Obesity (Silver Spring, Md.)*. doi:10.1002/oby.20817
33. Pearson, N., Braithwaite, R. E., Biddle, S. J. H., van Sluijs, E. M. F., & Atkin, A. J. (2014). Associations between sedentary behaviour and physical activity in children and adolescents: a meta-analysis. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, *15*(8), 666–675. doi:10.1111/obr.12188
34. Lacy, K. E., Allender, S. E., Kremer, P. J., de Silva-Sanigorski, A. M., Millar, L. M., Moodie, M. L., ... Swinburn, B. A. (2012). Screen time and physical activity behaviours are associated with health-related quality of life in Australian adolescents. *Quality of life research: an international journal of quality of life aspects of treatment, care and rehabilitation*, *21*(6), 1085–1099. doi:10.1007/s11136-011-0014-5
35. Hagströmer, M., Bergman, P., De Bourdeaudhuij, I., Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Manios, Y., ... HELENA Study Group. (2008). Concurrent validity of a modified version of the International

Physical Activity Questionnaire (IPAQ-A) in European adolescents: The HELENA Study.  
*International journal of obesity (2005)*, 32 Suppl 5, S42–48. doi:10.1038/ijo.2008.182

**Table 1: Baseline characteristics of the study sample**

Characteristics	Study sample (N=1,445)	
<b>SOCIO-DEMOGRAPHICS</b>		
<b>Gender, n (%)</b>	Boys	622 (43.0)
	Girls	823 (57.0)
<b>Age groups at inclusion, n (%)</b>	< 15 years	143 (9.9)
	15 years	1,008 (69.8)
	> 15 years	294 (20.3)
<b>Weight status, n (%)</b>	Normal	1,192 (82.3)
	Overweight/obese	253 (17.7)
<b>High school type, n (%)</b>	General and technological	1,290 (89.3)
	Vocational	155 (10.7)
<b>Administrative area of high school, n (%)</b>	Meurthe-et-Moselle	433 (30.0)
	Moselle	601 (41.6)
	Meuse and Vosges	411 (28.4)
<b>Family composition, n (%)</b>	Two parents	1,252 (87.4)
	Single parent	180 (12.6)
<b>Family income level, n (%)</b>	Low or average	536 (37.9)
	High	880 (62.1)
<b>PRALIMAP intervention group, n (%)</b>	Screen and care group	697 (48.2)
	Control group	748 (51.8)
<b>PHYSICAL ACTIVITY AND SEDENTARY BEHAVIOUR</b>		
<b>Time spent in PA and SB, min/day, mean (SD)</b>	Overall PA	76.0 (61.6)
	Vigorous PA	34.7 (33.1)
	Moderate PA	22.2 (29.3)
	Walking	19.2 (27.4)
	Sitting time	393.5 (107.7)
	<b>Recommended PA, n (%)</b>	
<b>High SB, n (%)</b>	PNNS recommendations <sup>a</sup>	644 (44.6)
	WHO recommendations <sup>b</sup>	563 (39.0)
	≥ 7 hr/day sitting time	474 (32.8)
<b>HEALTH-RELATED QUALITY OF LIFE</b>		
<b>HRQoL dimension scores, mean (SD)</b>	Physical health	76.3 (17.9)
	Mental health	66.7 (23.1)
	Social health	69.8 (18.8)
	General health	71.0 (15.5)
<b>Good HRQoL, n (%) <sup>c</sup></b>	Physical health	706 (48.9)
	Mental health	736 (50.9)
	Social health	808 (55.9)
	General health	789 (54.6)

PA, physical activity; SB, sedentary behavior; HRQoL, health-related quality of life

<sup>a</sup> Programme National Nutrition Santé (PNNS) recommendations: at least 1 hr of moderate to vigorous activity per day. <sup>b</sup>

World Health Organization (WHO) recommendations: 1 hr of moderate to vigorous PA per day and engaging in vigorous activity at least three times per week. <sup>c</sup> good HRQoL: HRQoL Z-score >= 0 : Z-score=[(quality of life score - French gender-

and age-specific norm) / SD of norms]

**Table 2: The 2-year (T0-T1) cumulative level of high physical activity or high sedentary behavior and subsequent T2 HRQoL (N=1,445) <sup>a</sup>**

PA and SB	T2 HRQoL dimension scores (DHP)			
	Physical health	Mental health	Social health	General health
	$\beta$ (SE)	$\beta$ (SE)	$\beta$ (SE)	$\beta$ (SE)
<b>Cumulative level of PNNS PA recommendations (n)</b>				
None (603)	0	0	0	0
Once (380)	<b>2.6 (1.2)*</b>	2.0 (1.5)	<b>4.6 (1.3)**</b>	<b>2.8 (1.0)**</b>
Twice (462)	<b>3.8 (1.2)**</b>	<b>5.2 (1.4)**</b>	<b>8.7 (1.2)***</b>	<b>5.5 (1.0)***</b>
Test for linear trend	<b>0.0012</b>	<b>0.0004</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>
<b>Cumulative level of WHO PA recommendations (n)</b>				
None (699)	0	0	0	0
Once (360)	<b>4.0 (1.2)**</b>	<b>2.9 (1.5)*</b>	<b>5.8 (1.3)***</b>	<b>4.0 (1.0)***</b>
Twice (386)	<b>4.0 (1.2)**</b>	<b>5.0 (1.5)**</b>	<b>9.3 (1.2)***</b>	<b>5.7 (1.0)***</b>
Test for linear trend	<b>0.0003</b>	<b>0.0005</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>
<b>Cumulative level of high SB (n)</b>				
None (619)	0	0	0	0
Once (600)	<b>-3.1 (1.0)**</b>	-1.8 (1.3)	-1.2 (1.1)	<b>-2.0 (0.8)*</b>
Twice (226)	<b>-4.9 (1.4)**</b>	<b>-4.2 (1.7)*</b>	-0.1 (1.5)	<b>-3.1 (1.2)**</b>
Test for linear trend	<b>&lt;0.0001</b>	<b>0.013</b>	0.68	<b>0.0027</b>

**DHP**, DUKE health profile;

**None**, achieved recommendations or high SB never; **Once**, achieved recommendations or high SB at one follow-up; **Twice**, achieved recommendations or high SB at two follow-ups.

<sup>a</sup>Linear regression models adjusted for gender, age group, weight status, high school type, administrative area of high school, PRALIMAP intervention group, family composition, family income level (bold indicates statistically significant: \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.0001).

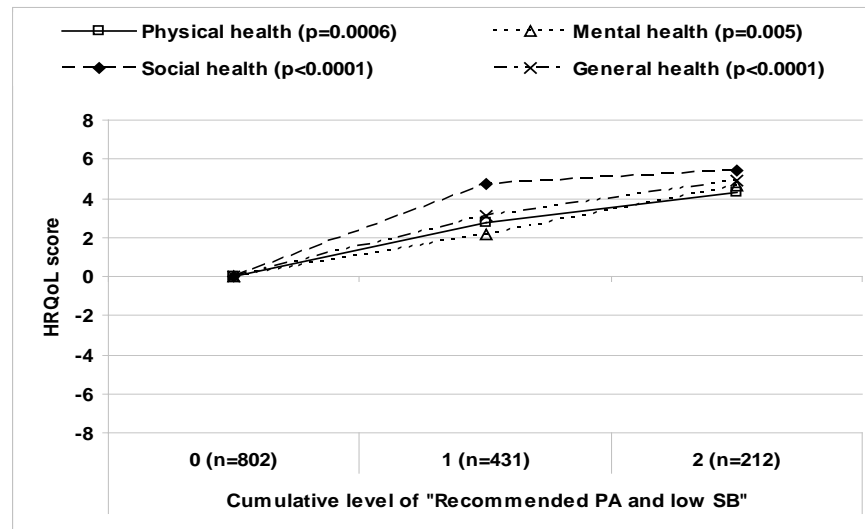
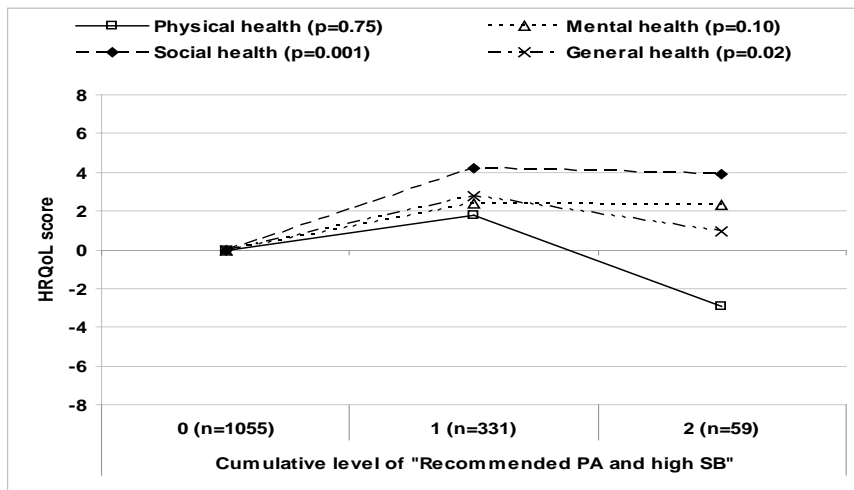
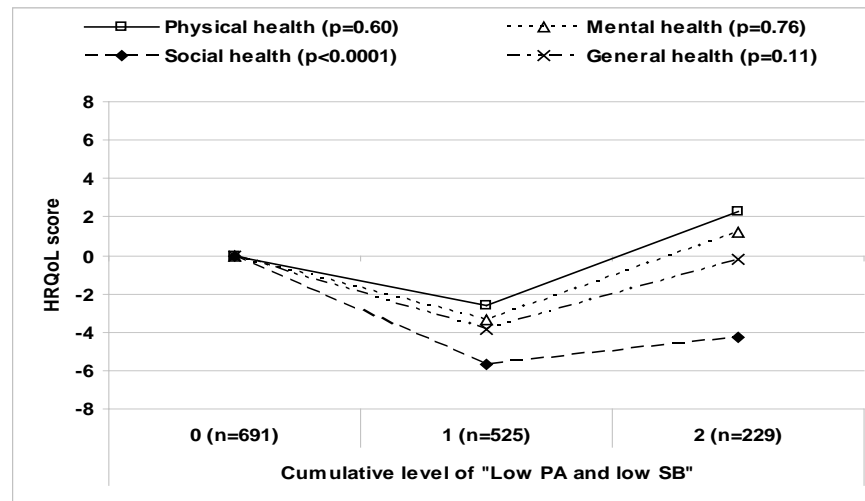
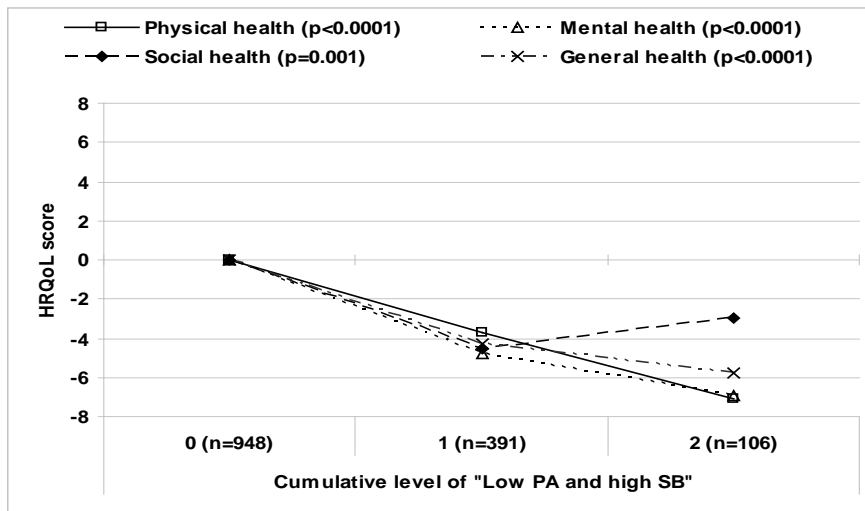
**High SB**:  $\geq 7$  hr/day of sitting time

**Table 3: The 2-year (T0-T1) cumulative level of good HRQoL and subsequent T2 physical activity or sedentary behavior (N=1,445) <sup>a</sup>**

HRQoL	PA duration (min/day)			Walking β (SE)	PA recommendations		SB duration (min/day)	
	Overall PA β (SE)	Vigorous PA β (SE)	Moderate PA β (SE)		PNNS PA OR [95% CI]	WHO PA OR [95% CI]	Sitting time β (SE)	High SB OR [95% CI]
<b>Cumulative level of good HRQoL (Physical health)</b>								
None (506)	0	0	0	0	1	1	0	1
Once ((496)	6.8 (3.9)	<b>4.5 (2.0)*</b>	2.7 (2.1)	-0.4 (1.5)	1.2 [0.9 ; 1.6]	1.3 [0.9 ; 1.7]	<b>25.8 (9.0)**</b>	<b>1.4 [1.0 ; 1.8]</b>
Twice (443)	<b>14.0 (4.1)**</b>	<b>8.1 (2.1)***</b>	<b>6.4 (2.2)**</b>	-0.7 (1.6)	<b>1.5 [1.1 ; 1.9]</b>	<b>1.7 [1.3 ; 2.2]</b>	3.0 (9.4)	1.1 [0.8 ; 1.4]
Test for trend	<b>0.0006</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>0.003</b>	0.65	<b>0.007</b>	<b>0.0004</b>	0.65	0.59
<b>Cumulative level of good HRQoL (Mental health)</b>								
None (529)	0	0	0	0	1	1	0	1
Once (389)	2.2 (4.2)	<b>4.2 (2.1)*</b>	-0.8 (2.2)	-1.1 (1.6)	1.3 [0.9 ; 1.7]	<b>1.4 [1.0 ; 1.9]</b>	17.6 (9.6)	1.2 [0.9 ; 1.6]
Twice (527)	<b>14.3 (3.9)**</b>	<b>8.9 (2.0)***</b>	<b>4.9 (2.1)*</b>	0.5 (1.5)	<b>1.5 [1.2 ; 2.0]</b>	<b>1.6 [1.2 ; 2.1]</b>	1.0 (8.9)	1.0 [0.8 ; 1.3]
Test for trend	<b>0.0002</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>0.016</b>	0.76	<b>0.001</b>	<b>0.0008</b>	0.92	0.98
<b>Cumulative level of good HRQoL (Social health)</b>								
None (426)	0	0	0	0	1	1	0	1
Once (459)	<b>12.1 (4.2)**</b>	<b>6.9 (2.1)**</b>	4.0 (2.2)	1.1 (1.6)	<b>1.4 [1.1 ; 1.9]</b>	<b>1.4 [1.0 ; 1.8]</b>	-8.7 (9.7)	0.9 [0.7 ; 1.2]
Twice (560)	<b>24.2 (4.0)***</b>	<b>11.6 (2.1)***</b>	<b>9.8 (2.1)***</b>	2.6 (1.6)	<b>2.0 [1.5 ; 2.6]</b>	<b>1.9 [1.5 ; 2.6]</b>	-7.9 (9.2)	1.1 [0.8 ; 1.4]
Test for trend	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	0.09	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	0.42	0.42
<b>Cumulative level of good HRQoL (General health)</b>								
None (479)	0	0	0	0	1	1	0	1
Once (403)	1.9 (4.2)	3.7 (2.1)	-1.2 (2.2)	-0.6 (1.7)	1.1 [0.8 ; 1.5]	1.2 [0.8 ; 1.6]	19.1 (9.8)	1.1 [0.8 ; 1.4]
Twice (563)	<b>17.6 (3.9)***</b>	<b>11.3 (2.0)***</b>	<b>6.1 (2.1)**</b>	0.2 (1.5)	<b>1.8 [1.4 ; 2.4]</b>	<b>1.9 [1.5 ; 2.5]</b>	-7.8 (10.0)	1.0 [0.7 ; 1.2]
Test for trend	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>0.002</b>	0.84	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	0.31	0.72

<sup>a</sup>Linear or logistic regression models adjusted for gender, age group, weight status, high school type, administrative area of high school, PRALIMAP intervention group, family composition, family income level (bold indicates statistically significant: \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.0001).

**High SB:** ≥ 7 hr/day of sitting time; **Good HRQoL:** HRQoL z-score ≥=0



**Figure 1:** The 2-year (T0-T1) cumulative level of combined physical activity and sedentary behaviour and subsequent T2 HRQoL (N=1,445).



The y axis indicates difference in HRQoL score from reference (0 times) by multivariate regression models. P value is for trend.

**Recommended or lower PA** refers to achieving or not the PNNS PA or WHO PA recommendations.

**High or lower SB**,  $\geq 7$  hr/day spent sitting.

<sup>a</sup> Analyses adjusted for gender, age group, weight status, high school type, administrative area of high school, PRALIMAP intervention group, family composition, family income level.

## **3.2.2 CHEZ LES ADULTES**

### **3.2.2.1 Domaines d'activité physique et de sédentarité et qualité de vie liée à la santé en population adulte française : effets cumulatifs et relations bidirectionnelles ? (SU.VI.MAX)**

#### **a. Contexte et objectifs**

Ce travail s'inscrit dans le même ordre d'idée (effets cumulatifs et relations bidirectionnelles) que celui qui a été fait chez les adolescents. A la différence du travail précédent, celui-ci s'intéresse à une population adulte, sur une durée plus longue (10 ans) et en considérant les différents domaines d'activité physique et de sédentarité. Notre objectif était de tester les effets cumulatifs et les relations bidirectionnelles entre les différents domaines d'activité physique et de sédentarité et la QVLS en population adulte Française.

#### **b. Méthodes**

Un échantillon de 2093 adultes (47,1% d'hommes) issus de la cohorte SU.VI.MAX a été utilisé pour ces analyses. Les données ont été collectées sur 10 ans (1998 - 2007), avec 3 temps de mesure (1998, 2001 et 2007). L'activité physique et la sédentarité ont été mesurées en utilisant la version française du Modifiable Activity Questionnaire (MAQ) et la QVLS a été mesurée avec le profil de santé de DUKE. Les domaines étudiés sont les loisirs et l'activité professionnelle pour l'activité physique, le temps écran (télévision, ordinateur, jeux vidéo), le temps de lecture et le temps total passé assis en dehors du bureau pour la sédentarité.

Les niveaux cumulés d'activité physique, de sédentarité et de QVLS ont été calculés pour les trois temps de mesure. Le niveau cumulé correspond au nombre de fois ou la personne déclare une activité physique élevée (> 2 h 30/semaine pour l'activité physique de loisirs et >

7 h/semaine pour l'activité professionnelle), une sédentarité élevée (> 2 h/jour pour le temps écran, > 1 h/jour pour le temps de lecture, > 4 h/jour pour le temps total passé assis) ou à une bonne QVLS (score de QVLS supérieur à la valeur de référence en population française en fonction de l'âge et du sexe). Le niveau cumulé peut prendre les valeurs de 0 (aucune), 1 (une fois), 2 (deux fois) ou 3 (trois fois). Une première étape a consisté à utiliser les niveaux cumulés des différents domaines d'activité physique et de sédentarité comme prédicteurs de la QVLS en 2007. Puis dans une seconde étape, nous avons utilisé les niveaux cumulés de bonne QVLS comme prédicteurs de l'activité physique et de la sédentarité en 2007. Ces analyses ont été faites en utilisant des modèles de régression linéaire ou logistiques ajustés sur certains facteurs notamment sociodémographiques.

### c. Résultats

Les niveaux cumulés sur 10 ans d'activités physiques de loisirs et professionnelles élevées étaient prédicteurs de scores de QVLS plus élevés. Comparé au niveau 0, les personnes ayant un niveau cumulé égal à 3 pour les activités physiques de loisirs avaient au moins 6 points de QVLS de plus pour toutes les dimensions ( $p$  de tendance linéaire < 0,0001). Cette différence était moins importante pour les activités professionnelles et n'était significative que pour les dimensions physique et générale de la QVLS. Le temps écran élevé et le temps total passé assis élevé étaient prédicteurs d'une moins bonne QVLS (dimension physique essentiellement) tandis que le temps de lecture élevé était prédicteur d'une meilleure QVLS pour les dimensions sociale ( $p=0,04$ ) et mentale ( $p=0,004$ ).

Dans l'autre sens, une bonne QVLS (pour toutes les dimensions) était toujours prédictrice d'une pratique plus importante d'activité physique de loisirs tandis qu'aucun lien significatif n'a été observé avec l'activité physique professionnelle. Une bonne QVLS pour les

dimensions physique et générale était prédictrice d'un temps écran et d'un temps total passé assis moins élevés. A l'inverse une bonne dimension sociale de la QVLS était prédictrice un temps de lecture plus important. En combinant l'activité physique de loisirs et le temps écran, on observait des effets contre balanciers de l'un sur l'autre. Plus précisément, l'effet positif de l'activité physique de loisirs élevé sur la QVLS était moins important si cette activité physique était associée à un temps écran élevé et vice-versa.

En conclusion, ce travail a permis de mettre en évidence le caractère complexe des relations entre les domaines d'activité physique et de sédentarité et la QVLS. La prise en compte de ces domaines d'activité physique et de sédentarité dans les différents programmes de promotion de la santé nous paraît être un élément fondamental pour leur efficacité.

d. Article

Ce travail a donné lieu à un article qui a été soumis à la revue Preventive Medecine

***Omorou YA, Vuillemin A, Menai M, Latarche C, Kesse-Guyot E, Hercberg S, Oppert JM, Briançon S. 10-year cumulative and bidirectional associations of physical activity and sedentary behaviour domains with health-related quality of life in French adults. Prev Med. [soumis].***

e. Références citées dans l'article (26 références)

(1,2,4,5,9,11,20,40–42,56,57,107,140,173,180–190)

**Title: 10-year cumulative and bidirectional associations of domain-specific physical activity and sedentary behaviour with health-related quality of life in French adults: results from the SU.VI.MAX studies**

**Authors:**

**Abdou Y Omorou**<sup>1 †</sup>, MD, PhD Student; **Anne Vuillemin**<sup>1†</sup>, PhD; **Medhi Menai**<sup>2</sup>, PhD Student; **Clotilde Latache**<sup>3</sup>, MD; **Emmanuelle Kesse-Guyot**<sup>2</sup>, PhD; **Pilar Galan**<sup>2</sup>, MD, PhD; **Serge Hercberg**<sup>2</sup>, MD, PhD; **Jean-Michel Oppert**<sup>2,3</sup>, MD, PhD; **Serge Briançon**<sup>1,4</sup>, MD.

<sup>1</sup> EA 4360 APEMAC, University of Lorraine, Paris Descartes University, Nancy, France.

<sup>2</sup> Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité - EREN (Equipe de Recherche en Epidémiologie Nutritionnelle), U1153 Inserm, Inra, Cnam, Centre de Recherche en Epidémiologie et Biostatistiques ; CRNH IdF, Bobigny, France.

<sup>3</sup>Department of Nutrition, Pitie-Salpetriere University Hospital (AP-HP), University Pierre et Marie Curie-Paris 6, Institute of Cardiometabolism and Nutrition (ICAN), Paris, France

<sup>4</sup> Service d'Epidémiologie et Evaluation Cliniques, Inserm CIC - EC, CHU de Nancy Brabois, France.

† Equally contributed

**Corresponding author information:**

**Anne Vuillemin**

Ecole de Santé Publique de Nancy, Faculté de Médecine, 9 avenue de la Forêt de Haye, CS 50184, 54500 Vandœuvre-lès-Nancy, Cedex, France.

Phone : +33 3 83 68 35 62

Fax : +33 3 83 68 35 19

E-mail : [anne.vuillemin@univ-lorraine.fr](mailto:anne.vuillemin@univ-lorraine.fr)

## **ABSTRACT:**

**Background:** The directionality of the associations of domain-specific physical activity (PA) and sedentary behaviour (SB) with health-related quality of life (HRQoL) in adults remain insufficiently known. This study investigated the longitudinal associations of 10-year cumulative levels of PA and SB with HRQoL and the reverse associations.

**Methods:** A sample of 2,093 (47.8% men) participants from a cohort of French adult (SU.VI.MAX) was included. Data were collected at 3 time points (1998, 2001 and 2007) using the Modifiable Activity Questionnaire (MAQ) for PA (leisure-time and occupational) and SB (screen-viewing, reading and total sitting time) and the DUKE Health Profile for HRQoL. The cumulative level (from 0 to 3) referred to the number of time points where a high PA level, high SB or good HRQoL was reported. Regression models examined the 10-year cumulative level of PA, SB as predictors of HRQoL and reverse associations.

**Results:** The 10-year cumulative level of high PA, both leisure-time and occupational, predicted a higher HRQoL while the 10-year cumulative level of high screen-viewing time and high total sitting time was associated with lower HRQoL. For the reverse association, cumulative level of good HRQoL predicted more leisure-time PA, less screen-viewing time and less total sitting time but was not related to occupational PA.

**Conclusion:** Relationships between PA, SB and HRQoL are complex and should not be oversimplified in one or the other direction. Taking into account domain-specific PA and SB in health promotion programs appears of prime importance to design interventions aiming at improving HRQoL.

**Keywords:** physical activity, sedentary behaviour, health-related quality of life.

## **INTRODUCTION**

Physical inactivity is recognized as a major public health concern [1,2]. Physical inactivity is estimated to contribute to 9% of premature deaths and 6-10% of prevalence of non-communicable diseases such as coronary heart disease, type 2 diabetes, breast cancer and colon cancer worldwide [2]. According to recent results of a large European cohort, all-cause mortality is reduced by 16-30% when comparing moderately active to completely inactive individuals [3]. In parallel with physical activity (PA), sedentary behaviour (SB) is increasingly recognized as an important health determinant, independent of PA levels [4,5]. SB is defined as any waking behaviour characterised by an energy expenditure  $\leq 1.5$  METs (Metabolic Equivalent Tasks) while in a sitting or reclining posture [6,7]. High SB was found associated with increased risks of all-cause mortality, incidence of and mortality from cardiovascular disease, cancer and diabetes [5].

Both PA and SB are associated with health-related quality of life in the general and in patients populations [8–11]. Regular PA is positively and consistently associated with HRQoL while sitting time is associated with lower HRQoL. If overall PA is beneficial regarding HRQoL, not all domains may be equally beneficial. Leisure-time PA has been found positively related to HRQoL while, in some studies, occupational PA was negatively related to HRQoL [12,13]. The associations of SB with HRQoL may also depend on the specific domain under study (e.g. TV viewing, computer use, global sitting time ...) [14].

Most studies documenting associations of PA and SB with HRQoL are cross-sectional or longitudinal with HRQoL used as outcome and PA and SB as exposures. Cross-sectional studies [12–14] or longitudinal studies [15,16] with unidirectional analysis<sup>1415</sup> cannot rule out the possibility that a good level of HRQoL could lead to higher levels of PA and less sedentary time. This raises the question about the directionality of the association of PA and SB with HRQoL in general population. Longitudinal study with bidirectional analysis may help to well explore this issue. This longitudinal study aimed to examine the 10-year cumulative and bidirectional associations of domain-specific physical activity and sedentary behaviour with health-related quality of life in French adults.

## **METHODS**

### **The SUVIMAX studies**

The SU.VI.MAX (SUplémentation en Vitamines et Minéraux Anti-Oxydants) study was a cohort study carried out in France between 1994 and 2008. The complete design, methods,

and rationale of the SU.VI.MAX study has been reported elsewhere [17–19]. The SU.VI.MAX study was originally a randomized double-blind controlled trial carried out in France between 1994 and 2002 which aimed to evaluate the effectiveness of an adequate and well balanced intake of antioxidant nutrients in reducing the incidence of cancers and ischemic diseases in a middle-aged general population. Briefly, this study was planned for an 8-year follow-up (1994 - 2002) with 12,741 eligible subjects (6,364 randomized to the intervention group and 6,377 to the placebo group). The inclusion period ranged from October 1994 to June 1995 (men aged 45-60 and women aged 35-60) and the follow-up period ended September 1, 2002. Five years after the end of the trial phase, a total of 6,850 individuals were included in the SU.VI.MAX 2 (2007-2009), consisting in an additional observational follow-up. The SU.VI.MAX study was registered in [clinicaltrials.gov](https://clinicaltrials.gov) as NCT00272428. The SU.VI.MAX and SU.VI.MAX 2 studies were approved by the French ethical committee (Commission Nationale Informatique et Liberté) n° 334641 and n° 907094, respectively.

### **Study sample**

Among the 12,741 subjects included in SU.VI.MAX, 6,850 participants gave their consent to participate to the post-supplementation follow-up and 6,827 completed the questionnaires used in the present analyses. PA, SB and HRQoL were assessed in 1998, 2001 and 2007-2008. A total of 2,093 subjects who completed PA, SB and HRQoL questionnaires at the three time periods ((1998, 2001 and 2008) follow-ups constituted our study sample (Figure 1 in supplementary file).

### **Measurements**

#### ***Physical activity and sedentary behaviour***

PA and SB were assessed using a French, self-administrated version of the Modifiable Activity Questionnaire (MAQ) [20]. The MAQ was developed for assessing leisure-time and occupational PA over the past 12 months [21]. Frequency and duration of physical activities performed at least 10 times for 10 minutes per session over the past 12 months were collected. A PA indicator expressed in hours/week was obtained by summing all activities reported. The MAQ also assesses SB referring to time spent sitting (screen-viewing time, reading time and total sitting) except for working hours. Screen-viewing time was defined as time spent in television viewing, video game and computer using during leisure time, and reading time as time spent reading (a book or any document) out of work. Categorical variables for PA and SB were defined based on recommended cut-offs if available or based



on notions such as legal daily working duration as cut-off for occupational PA). Categories used in the analyses were as follows:

- *High leisure-time physical activity (LTPA):* > 2 hrs 30' /week of moderate to vigorous PA which corresponds to the World Health Organization (WHO) physical activity recommendation for health maintenance [22].
- *High occupational physical activity (OPA):* > 7 hrs /week of moderate to vigorous working or household PA. There is no recommendation on occupational PA so we used the French legal daily working duration as cut-point. This cut-point referred to more than an equivalent of a full day working duration in a week (in France, the legal daily working duration is 7 hrs / day).
- *High screen-viewing time:* > 2 hrs /day during leisure-time (out of working).
- *High reading time:* > 1 hr /day during leisure-time (out of working).
- *High total sitting time:* Total sitting time refers to the sum of domain-specific sitting durations. High total sitting time is defined as > 4 hrs /day of sitting time during leisure-time (out of working).

A specific focus on leisure-time activities was done by cross-classifying LTPA and screen-viewing levels. Four patterns were defined:

- *"High LTPA and high screen-viewing time "*
- *"High LTPA and low screen-viewing time "*
- *"Low LTPA and high screen-viewing time "*
- *"Low LTPA and low screen-viewing time "*

### ***Health-related quality of life***

HRQoL was assessed using a French validated DUKE Health Profile questionnaire (DHP) [23,24]. The DHP is a 17 items generic self-reporting questionnaire validated in French language [24]. It assessed quality of life in 10 domains. Six domains are about health function (physical health, mental health, social health, general health, perceived health and self-esteem) and four are about health dysfunction (anxiety, depression, pain and disability). Here we were interested in four of them (physical health, mental health, social health and general health) corresponding to the four dimension of the WHO definition of HRQoL. Each dimension score is estimated independently and ranges from 0 (the worst score) – 100 (the best score). Each score was then converted into z-score by using the mean and SD of gender

and age-specific norms for the DHP French general population ( $z\text{-score} = \frac{\text{score} - \text{norm}}{\text{SD of the norm}}$ ) [25]. Good HRQoL was considered  $z\text{-score} \geq 0$ .

### **Covariates**

At baseline information on gender, date of birth, education level, occupational status, smoking status was collected. Weight and height were assessed using standardized methods [26]. Covariates used included: gender, age group in 1998 ([35-44], [45-54], [55-65]), education level (<high school diploma, high school diploma, > high school diploma), occupational status (upper management, middle management, farmer and self-employed, employees and manual workers, unemployed), smoking status (non smoker, former smoker, current smoker), weight status in 1998 (normal, overweight/obese using a cut-off of 25 kg/m<sup>2</sup> for BMI) and supplementation group during the trial phase (active/ placebo).

### **Statistical analysis**

To compare the current study sample to subjects excluded for missing data on their socio-demographics, chi-square tests were used. Potential interactions were tested to assess the effect of gender or intervention group on the association of PA and SB with HRQoL. We found no statistically significant interaction; therefore analyses were performed in the whole sample.

We performed two sets of longitudinal analyses to examine the cumulative and bidirectional associations of PA and SB with HRQoL. First, we analyzed the 10-year (1998-2008) cumulative level of high PA (occupational and leisure-time PA) and high SB (screen-viewing, reading and total sitting time) as predictors HRQoL in 2008. Cumulative level was defined by how many times during follow-up participant declared high PA or high SB. The calculated cumulative score ranged from 0 (none) to 3 (at both follow-up time points). The cumulative level of high PA and high SB were analyzed separately as predictors of HRQoL in 2008 (physical, mental, social and general dimensions) by linear regression analysis. Participants with a cumulative score of 0 (none) were the reference group. All analyses were adjusted for baseline HRQoL (1998) in addition to other covariates.

Next, we examined the cumulative level of good HRQoL as a predictor of PA and SB in 2008. Cumulative good HRQoL was defined by how many times during follow-up participants had HRQoL  $z\text{-scores} \geq 0$  (for physical, mental, social and general dimensions). The calculated cumulative score ranged from 0 (no good HRQoL at any time) to 3 (good HRQoL at both

follow-up time points). Participants with a cumulative score of 0 were the reference group. All analyses were adjusted for baseline (1998) PA or SB in addition to other covariates. For all longitudinal analyses, cumulative scores were included as categorical variables to examine differences in PA, SB or HRQoL, and then analyses were repeated using cumulative scores as continuous variables to obtain P values for linear trend tests.  $P < 0.05$  was considered statistically significant. Statistical analyses involved use of SAS 9.3 (SAS Inst., Cary, NC, USA).

## **RESULTS**

### **Characteristics of the study sample**

Among adults included in the SUVIMAX studies, 2,093 out of the 6,827 subjects (30.7%) had complete and available data on PA, SB and HRQoL for the three follow-ups time points. Comparison between the study sample and excluded subjects are shown in Supplementary. The study sample did not differ from the excluded subjects on study group (placebo vs. intervention group,  $p=0.42$ ) and education level (0.08). The two groups differed on gender, age group in 1998, occupational category, smoking status and weight status in 1998. The study sample is composed of 52.2% of female, 47.4% with less than high school diploma, 50.9% of non-smoker and 37.1% of overweight or obesity (Table 1).

### **Domain-specific PA and SB as predictors of HRQoL**

The predictive association of PA and SB with HRQoL is presented in Table 2. The association between the 10-year cumulative level of high leisure-time PA and HRQoL was significant for all four dimensions of HRQoL (physical, mental, social and general) whereas the cumulative level of occupational PA was associated with physical and general health but not with mental and social health. The higher the cumulative level of leisure-time PA, the higher the 2008 physical, mental, social and general health ( $p$ -values for linear trend  $< 0.0001$ ). Comparing adults with low leisure-time PA during the 10 years of follow-up with those with 10-year high leisure-time PA, scores for physical, mental, social and general health were increased in 2008 by +7.6 [5.3 ; 9.8], 6.3 [4.0 ; 8.7], +6.3 [4.0 ; 8.7] and +6.4 [4.7 ; 8.2], respectively. The higher the cumulative level of high screen-viewing or high total sitting time, the lower the 2008 HRQoL score for physical health (-3.9,  $p < 0.0001$ ). The higher the cumulative level of high total sitting time, the lower the 2008 HRQoL score for physical (-6.7,  $p < 0.0001$ ) and general (-2.6,  $p = 0.01$ ) health. The 10-year cumulative level of high reading time was associated with better mental (+2.3,  $p = 0.04$ ) and social (+2.9,  $p = 0.004$ ) health dimensions.

The associations of cross-classified leisure-time PA and screen-viewing time with HRQoL are illustrated in **Figure 1**. The 10-year cumulative level of *"Low leisure-time PA and high screen-viewing time"* was associated with low score of HRQoL in 2008 while the cumulative level of *"High leisure-time PA and low screen-viewing time"* was associated with highest score. High score of HRQoL in 2008 related to high leisure-time PA was less important when high leisure-time PA was associated with high screen-viewing time (cumulative level of *"High leisure-time PA and high screen-viewing time"*)., low score of HRQoL in 2008 related to low leisure-time PA was less important when associated with low screen-viewing time (cumulative level of *"Low leisure-time PA and low screen-viewing time"*).

### **HRQoL as predictor of PA and SB**

The predictive association of HRQoL with PA and SB is presented in **Table 3**. The 10-year cumulative level of good HRQoL was positively associated with leisure-time PA while no statistically significant association was observed for occupational PA. High cumulative level of good physical, mental and general health predicted less screen-viewing time in 2008. The higher the cumulative level of good physical health or good general health, the lower the 2008 total sitting time. Only the 10-year cumulative level of social health was associated with more time spent reading in 2008 (p-value for linear trend= 0.02).

### **DISCUSSION**

In this longitudinal study, a substantial difference was observed in the associations of PA and SB with HRQoL. This difference was mostly related to domain-specific PA and SB. The association of leisure-time PA and HRQoL was positively cumulative and bidirectional while high occupational PA was rather a cause than a consequence of good physical and general health. The 10-year cumulative level of high leisure-time PA predicted a good HRQoL in 2008 as much as the 10-year cumulative level of good HRQoL predicted higher leisure-time PA in 2008. Cumulative and bidirectional associations between domain-specific SB and HRQoL were more heterogeneous and complex. Negative cumulative and bidirectional association were found between screen-viewing, total sitting time and some HRQoL dimensions whereas high reading time predicted good mental and social health and was predicted by the good social health.

In this study we found that PA-HRQoL association was dependent on the domain-specific PA when PA was considered either a predictor or outcome. Association of leisure-time PA with HRQoL was strong, cumulative and bidirectional. Occupational PA weakly predicted good

physical and general health whereas good HRQoL did not predicted occupational PA (weak, cumulative but not bidirectional association). These results are consistent with current literature especially for leisure-time PA [12,13,16,27,28]. Even in general population[28] or persons with chronic diseases [27], leisure-time PA is consistently found to be positively correlated with HRQoL either cross-sectionally or longitudinally. Findings are less clear regarding the association of occupation PA with HRQoL. Although some findings suggest no significant association between occupational PA (job-related PA) with HRQoL[13], other results suggest negative association with HRQoL. This situation raised the possibility of a healthy worker effect which could biased the relationship between occupational PA and HRQoL (individuals with good physical and general health would be more likely to engage in physically active jobs).

Considering domain-specific SB, the association SB with HRQoL was not homogenous. Interestingly, considering that negative associations that have been reported between total SB and HRQoL [9,11,15], here not all domains of SB were negatively associated with HRQoL. High screen-viewing time and high total sitting time were associated with less physical and general health dimensions while high reading time was associated with more mental and social dimensions.

Cross-classification of leisure-time PA and screen-viewing time highlighted their possible additive effects. Accumulating healthy behaviours (*high leisure-time PA and low screen-viewing time*) or unhealthy one (*low leisure-time PA and high screen-viewing time*) were positively and negatively associated with HRQoL respectively. Positive effect of high leisure-time PA on HRQoL was more important when associated with low screen-viewing time and less important when associated with high screen-viewing time. Leisure-time PA and leisure-time SB had independent [15] and common effects on HRQoL. Therefore, it seemed essential to consider PA, especially leisure-time PA and SB simultaneously in health promotion programs.

### **Strengths and limitations**

Strengths of the study include the longitudinal design, the relatively large sample size and the 10-year follow-up. Second, we used validated instruments to assess PA, SB and HRQoL. Third, we used domain-specific rather than global PA and SB indicators. The study has some limitations. Part of the initial study sample was excluded from analyses due to missing data

which could result in selection bias. Although the questionnaires had been validated, self-administration could imply reporting bias.

## **CONCLUSION**

Data from this longitudinal study in adults document bi-directional associations of PA, and SB with HRQoL. A main finding is that high leisure-time PA can be seen both as cause or consequence of good HRQoL (all dimensions): higher levels of LTPA predicted higher physical, mental, social and general health; higher levels of physical, mental, social and general health predicted higher LTPA. In contrast, screen-viewing time appeared more as a consequence of cumulative HRQoL: higher levels of physical, mental and general health predicted lower screen-viewing time. Results for occupational PA, total sitting and reading were less consistent. This shows that relationships between PA, SB and HRQoL are complex and should not be oversimplified in one or the other direction. Taking into account the specific domains of PA and SB in health promotion programs appears of importance to design interventions aiming at improving long-term HRQoL in adults.

## **ACKNOWLEDGMENTS:**

The authors gratefully acknowledge the dedicated efforts of all the SU.VI.MAX volunteers, the investigators, and the staff members involved in this study

## **CONFLICTS OF INTEREST**

None declared.

## **REFERENCES**

- 1 Löllgen H, Böckenhoff A, Knapp G. Physical activity and all-cause mortality: an updated meta-analysis with different intensity categories. *Int J Sports Med* 2009;30:213–24. doi:10.1055/s-0028-1128150
- 2 Lee I-M, Shiroma EJ, Lobelo F, *et al.* Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet* 2012;380:219–29. doi:10.1016/S0140-6736(12)61031-9
- 3 Ekelund U, Ward HA, Norat T, *et al.* Physical activity and all-cause mortality across levels of overall and abdominal adiposity in European men and women: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition Study (EPIC). *Am J Clin Nutr* 2015;101:613–21. doi:10.3945/ajcn.114.100065

- 4 Thorp AA, Owen N, Neuhaus M, *et al.* Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults a systematic review of longitudinal studies, 1996-2011. *Am J Prev Med* 2011;41:207–15. doi:10.1016/j.amepre.2011.05.004
- 5 Biswas A, Oh PI, Faulkner GE, *et al.* Sedentary Time and Its Association With Risk for Disease Incidence, Mortality, and Hospitalization in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ann Intern Med* 2015;162:123–32. doi:10.7326/M14-1651
- 6 Sedentary Behaviour Research Network null. Letter to the editor: standardized use of the terms “sedentary” and “sedentary behaviours.” *Appl Physiol Nutr Metab* 2012;37:540–2. doi:10.1139/h2012-024
- 7 Pate RR, O’Neill JR, Lobelo F. The evolving definition of “sedentary.” *Exerc Sport Sci Rev* 2008;36:173–8. doi:10.1097/JES.0b013e3181877d1a
- 8 Vagetti GC, Barbosa Filho VC, Moreira NB, *et al.* Association between physical activity and quality of life in the elderly: a systematic review, 2000-2012. *Rev Bras Psiquiatr* 2014;36:76–88. doi:10.1590/1516-4446-2012-0895
- 9 Meneguci J, Sasaki JE, Santos A, *et al.* Sitting Time and Quality of Life in Older Adults: A Population Based Study. *J Phys Act Health* Published Online First: 26 January 2015. doi:10.1123/jpah.2014-0233
- 10 Taricco M, Dallolio L, Calugi S, *et al.* Impact of adapted physical activity and therapeutic patient education on functioning and quality of life in patients with postacute strokes. *Neurorehabil Neural Repair* 2014;28:719–28. doi:10.1177/1545968314523837
- 11 George SM, Alfano CM, Groves J, *et al.* Objectively measured sedentary time is related to quality of life among cancer survivors. *PLoS ONE* 2014;9:e87937. doi:10.1371/journal.pone.0087937
- 12 Jurakić D, Pedišić Z, Greblo Z. Physical activity in different domains and health-related quality of life: a population-based study. *Qual Life Res* 2010;19:1303–9. doi:10.1007/s11136-010-9705-6

- 13 Pedišić Z, Rakovac M, Titze S, *et al.* Domain-specific physical activity and health-related quality of life in university students. *Eur J Sport Sci* Published Online First: 3 October 2013. doi:10.1080/17461391.2013.844861
- 14 Gopinath B, Hardy LL, Baur LA, *et al.* Physical activity and sedentary behaviors and health-related quality of life in adolescents. *Pediatrics* 2012;130:e167–74. doi:10.1542/peds.2011-3637
- 15 Balboa-Castillo T, León-Muñoz LM, Graciani A, *et al.* Longitudinal association of physical activity and sedentary behavior during leisure time with health-related quality of life in community-dwelling older adults. *Health Qual Life Outcomes* 2011;9:47. doi:10.1186/1477-7525-9-47
- 16 Vuillemin A, Boini S, Bertrais S, *et al.* Leisure time physical activity and health-related quality of life. *Prev Med* 2005;41:562–9. doi:10.1016/j.ypmed.2005.01.006
- 17 Hercberg S, Preziosi P, Briançon S, *et al.* A primary prevention trial using nutritional doses of antioxidant vitamins and minerals in cardiovascular diseases and cancers in a general population: the SU.VI.MAX study--design, methods, and participant characteristics. *Supplementation en Vitamines et Minéraux Antioxydants. Control Clin Trials* 1998;19:336–51.
- 18 Hercberg S, Galan P, Preziosi P, *et al.* The SU.VI.MAX Study: a randomized, placebo-controlled trial of the health effects of antioxidant vitamins and minerals. *Arch Intern Med* 2004;164:2335–42. doi:10.1001/archinte.164.21.2335
- 19 Péneau S, Galan P, Jeandel C, *et al.* Fruit and vegetable intake and cognitive function in the SU.VI.MAX 2 prospective study. *Am J Clin Nutr* 2011;94:1295–303. doi:10.3945/ajcn.111.014712
- 20 Vuillemin A, Oppert JM, Guillemin F, *et al.* Self-administered questionnaire compared with interview to assess past-year physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1119–24.
- 21 Kriska AM, Knowler WC, LaPorte RE, *et al.* Development of questionnaire to examine relationship of physical activity and diabetes in Pima Indians. *Diabetes Care* 1990;13:401–11.



- 22 WHO | Global Recommendations on Physical activity for Health. WHO. [http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_recommendations/en/index.html](http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/index.html) (accessed 22 Oct2013).
- 23 Parkerson GR Jr, Broadhead WE, Tse CK. The Duke Health Profile. A 17-item measure of health and dysfunction. *Med Care* 1990;28:1056–72.
- 24 Guillemin F, Paul-Dauphin A, Virion JM, *et al.* [The DUKE health profile: a generic instrument to measure the quality of life tied to health]. *Sante Publique* 1997;9:35–44.
- 25 Baumann C, Erpelding M-L, Perret-Guillaume C, *et al.* Health-related quality of life in French adolescents and adults: norms for the DUKE Health Profile. *BMC Public Health* 2011;11:401. doi:10.1186/1471-2458-11-401
- 26 Czernichow S, Bertrais S, Oppert J-M, *et al.* Body composition and fat repartition in relation to structure and function of large arteries in middle-aged adults (the SU.VI.MAX study). *Int J Obes (Lond)* 2005;29:826–32. doi:10.1038/sj.ijo.0802986
- 27 Vancampfort D, Probst M, Scheewe T, *et al.* Lack of physical activity during leisure time contributes to an impaired health related quality of life in patients with schizophrenia. *Schizophr Res* 2011;129:122–7. doi:10.1016/j.schres.2011.03.018
- 28 Sanchez-Villegas A, Ara I, Dierssen T, *et al.* Physical activity during leisure time and quality of life in a Spanish cohort: SUN (Seguimiento Universidad de Navarra) project. *Br J Sports Med* 2012;46:443–8. doi:10.1136/bjism.2010.081836

**Table1: Baseline\* socio-demographic characteristics of the study sample (N=2,093)**

	N	%
<b>Gender</b>		
Male	1,001	47.8
Female	1,092	52.2
<b>Age group</b>		
[35 - 44] years old	214	10.2
[45 - 54] years old	1,055	50.4
[55 - 65] years old	824	39.4
<b>Study group</b>		
Placebo group	1,001	47.8
Intervention group	1,092	52.2
<b>Educational level</b>		
Missing	38	
< high school diploma	974	47.4
High school diploma	273	13.3
> high school diploma	808	39.3
<b>Occupational category</b>		
Missing	24	
Upper management	462	22.3
Middle management	721	34.8
Farmers and self-employed	121	5.8
Employed and manual workers	272	13.1
Unemployed (retired, inactive)	493	23.8
<b>Smoking status</b>		
Missing	70	
Non smoker	1,030	50.9
Former smoker	794	39.2
Current smoker	199	9.8
<b>Overweight or obesity</b>		
Missing	120	
no	1,242	62.9
Yes	731	37.1

\* Baseline refers to data collected in 1998

**Table 2: Association of 10-year cumulative level of physical activity and sedentary behaviour with health-related quality of life in French adults (N=2,093) <sup>a</sup>**

	Physical health β [95% CI]	Mental health β [95% CI]	Social health β [95% CI]	General health β [95% CI]
<b>10-year cumulative level of high leisure-time PA (&gt; 2 hrs 30' /week)</b>				
0 (n=370)	0	0	0	0
1 (n=465)	2.1 [-0.3 ; 4.5]	2.5 [-0.1 ; 5.0]	1.6 [-1.0 ; 4.1]	<b>2.0 [0.1 ; 3.9]</b>
2 (n=504)	<b>4.8 [2.4 ; 7.2]</b>	2.1 [-0.4 ; 4.6]	1.4 [-1.1 ; 3.9]	<b>2.6 [0.8 ; 4.5]</b>
3 (n=754)	<b>7.6 [5.3 ; 9.8]</b>	<b>6.3 [4.0 ; 8.7]</b>	<b>6.3 [4.0 ; 8.7]</b>	<b>6.4 [4.7 ; 8.2]</b>
Linear trend test	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>
<b>10-year cumulative level of high occupational PA (&gt; 7 hrs /week)</b>				
0 (n=946)	0	0	0	0
1 (n=348)	0.0 [-2.2 ; 2.2]	0.8 [-1.5 ; 3.1]	1.7 [-0.6 ; 4.1]	0.9 [-0.8 ; 2.6]
2 (n=392)	<b>2.2 [0.0 ; 4.5]</b>	2.1 [-0.1 ; 4.3]	2.1 [-0.1 ; 4.3]	<b>2.5 [0.9 ; 4.2]</b>
3 (n=407)	<b>2.8 [0.5 ; 5.1]</b>	1.4 [-0.8 ; 3.5]	1.1 [-1.1 ; 3.3]	<b>2.5 [0.8 ; 4.1]</b>
Linear trend test	<b>0.008</b>	0.09	0.13	<b>0.0003</b>
<b>10-year cumulative level of high screen-viewing time (&gt; 2 hrs /day)</b>				
0 (n=696)	0	0	0	0
1 (n=454)	-0.6 [-3.0 ; 1.8]	1.9 [-0.8 ; 4.5]	1.8 [-0.7 ; 4.3]	1.5 [-0.4 ; 3.5]
2 (n=467)	<b>-3.3 [-5.7 ; -0.9]</b>	-0.4 [-3.3 ; 2.4]	-2.2 [-4.8 ; 0.3]	-1.3 [-3.5 ; 0.8]
3 (n=476)	<b>-3.9 [-6.1 ; -1.8]</b>	2.0 [-1.0 ; 5.0]	0.0 [-2.3 ; 2.2]	0.3 [-2.0 ; 2.5]
Linear trend test	<b>&lt;0.0001</b>	0.42	0.36	0.2
<b>10-year cumulative level of high reading time (&gt; 1 hr /day)</b>				
0 (n=1,039)	0	0	0	0
1 (n=287)	-0.5 [-2.8 ; 1.9]	0.7 [-1.8 ; 3.1]	1.5 [-0.9 ; 4.0]	0.4 [-1.4 ; 2.3]
2 (n=249)	-2.3 [-4.8 ; 0.2]	-0.1 [-2.7 ; 2.5]	1.8 [-0.8 ; 4.4]	-0.3 [-2.2 ; 1.7]
3 (n=518)	-0.8 [-2.8 ; 1.1]	<b>2.3 [0.3 ; 4.2]</b>	<b>2.9 [0.9 ; 4.9]</b>	1.2 [-0.3 ; 2.7]
Linear trend test	0.21	<b>0.04</b>	<b>0.004</b>	0.18
<b>10-year cumulative level of high total sitting time (&gt; 4 hrs /day)</b>				
0 (n=1,696)	0	0	0	0
1 (n=275)	<b>-4.0 [-6.3 ; -1.7]</b>	-0.8 [-3.1 ; 1.6]	-0.5 [-2.9 ; 1.9]	<b>-1.9 [-3.7 ; -0.2]</b>
2 (n=84)	<b>-4.1 [-8.1 ; -0.1]</b>	-3.2 [-7.4 ; 0.9]	-0.8 [-5.1 ; 3.4]	-2.9 [-6.1 ; 0.2]
3 (n=38)	<b>-6.7 [-12.3 ; -1.1]</b>	-2.8 [-8.6 ; 3.1]	2.8 [-3.2 ; 8.7]	-2.6 [-7.0 ; 1.8]
Linear trend test	<b>&lt;0.0001</b>	0.20	0.44	<b>0.01</b>

Number of times with high physical activity or high sedentary behaviour: 0 = never; 1=one time; 2=two times; 3=three times.

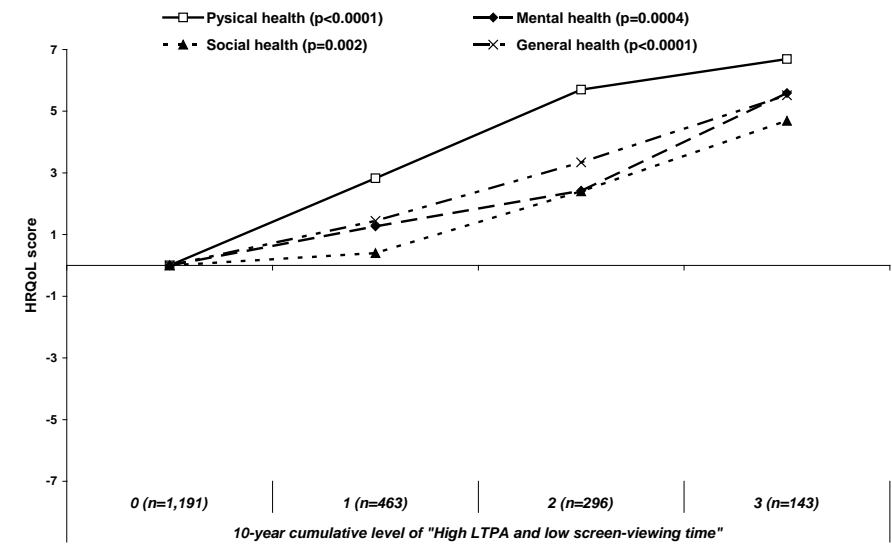
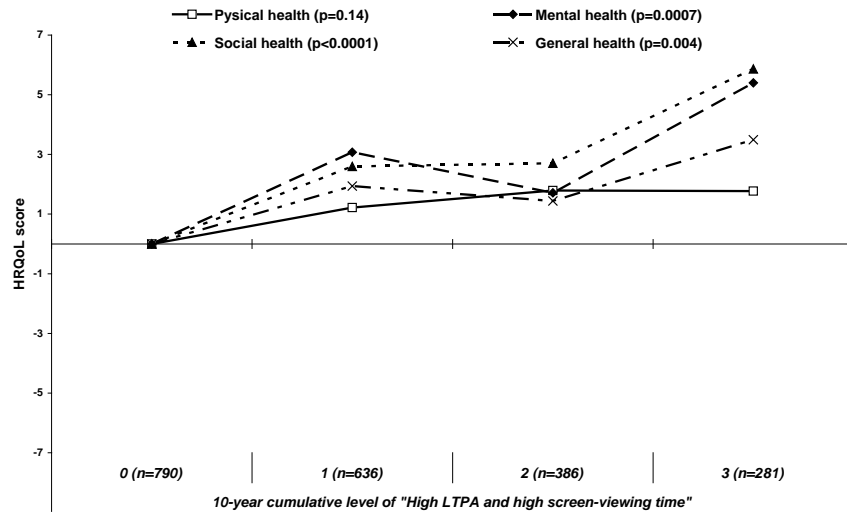
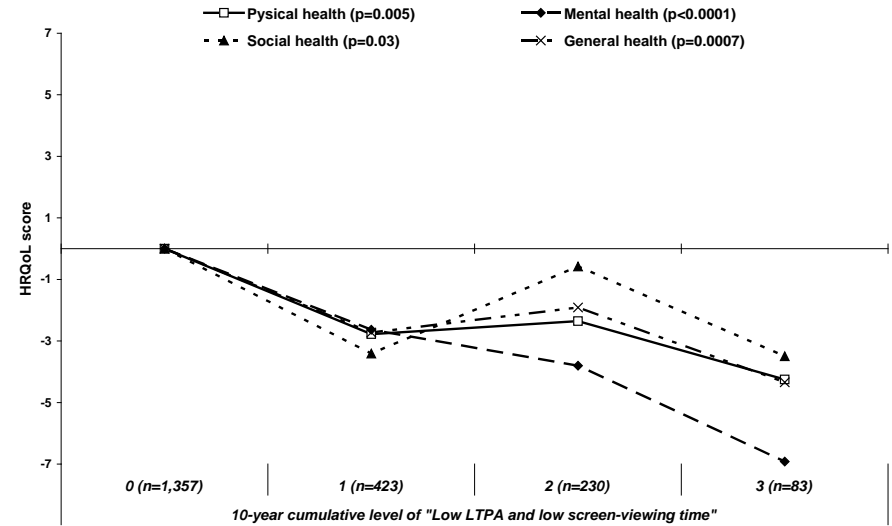
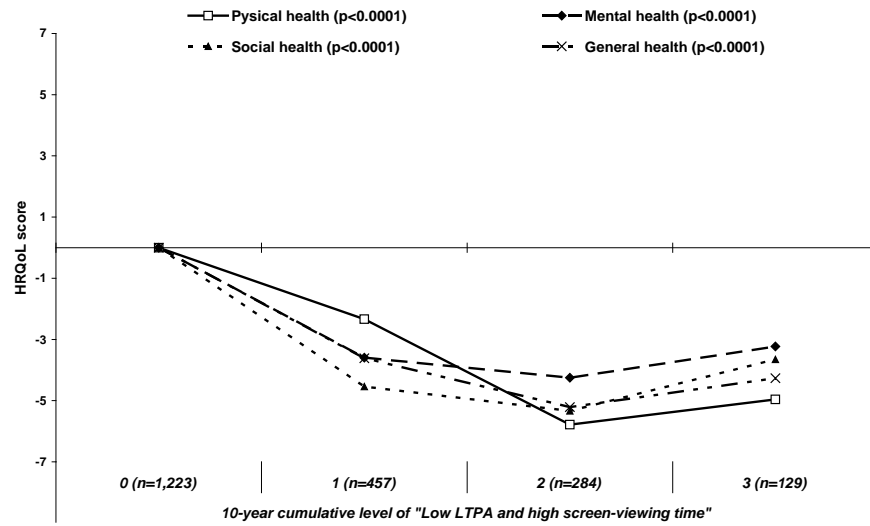
<sup>a</sup>Linear regression models adjusted were adjusted for gender, SUVIMAX study group (intervention vs placebo), age group, education level, occupational category, weight status, smoking status (bold indicates statistically significant).

**Table 3: Association of 10-year cumulative level of good health-related quality of life with physical activity and sedentary behaviour in French adults (N=2,093)**

	Physical activity		Sedentary behaviour		
	Leisure-time PA (hrs/week) β [95% CI]	Occupational PA (hrs/week) β [95% CI]	Screen-viewing time β [95% CI]	Reading time (min/day) β [95% CI]	Total sitting time β [95% CI]
<b>10-year cumulative level of good physical health</b>					
<b>0 (n=281)</b>	0	0	0	0	0
<b>1 (n=321)</b>	0.4 [-0.5 ; 1.3]	-0.4 [-1.9 ; 1.1]	<b>-19.7 [-35.4 ; -3.9]</b>	-2.8 [-11.2 ; 5.6]	<b>-22.6 [-41.0 ; -4.3]</b>
<b>2 (n=483)</b>	0.5 [-0.3 ; 1.3]	0.5 [-0.8 ; 1.9]	<b>-29.2 [-43.7 ; -14.8]</b>	-3.7 [-11.4 ; 4.0]	<b>-33.2 [-50.1 ; -16.4]</b>
<b>3 (n=1,008)</b>	<b>1.5 [0.7 ; 2.2]</b>	0.9 [-0.3 ; 2.2]	<b>-34.1 [-47.2 ; -21.1]</b>	-4.8 [-11.7 ; 2.2]	<b>-39.5 [-54.7 ; -24.2]</b>
<b>Linear trend test</b>	<b>&lt;0.0001</b>	0.05	<b>&lt;0.0001</b>	0.18	<b>&lt;0.0001</b>
<b>10-year cumulative level of good mental health</b>					
<b>0 (n=499)</b>	0	0	0	0	0
<b>1 (n=442)</b>	0.4 [-0.3 ; 1.1]	-0.1 [-1.3 ; 1.1]	-11.9 [-24.5 ; 0.7]	-2.3 [-9.0 ; 4.4]	-14.3 [-29.0 ; 0.5]
<b>2 (n=506)</b>	0.5 [-0.2 ; 1.2]	-0.4 [-1.6 ; 0.7]	-5.1 [-17.3 ; 7.2]	-0.6 [-7.1 ; 5.9]	-6.0 [-20.3 ; 8.3]
<b>3 (n=646)</b>	<b>1.3 [0.7 ; 2.0]</b>	0.9 [-0.2 ; 2.0]	<b>-14.4 [-26.0 ; -2.9]</b>	4.6 [-1.6 ; 10.7]	-10.1 [-23.6 ; 3.4]
<b>Linear trend test</b>	<b>&lt;0.0001</b>	0.14	<b>0.04</b>	0.1	0.3
<b>10-year cumulative level of good social health</b>					
<b>0 (n=395)</b>	0	0	0	0	0
<b>1 (n=394)</b>	0.5 [-0.3 ; 1.3]	0.5 [-0.7 ; 1.8]	3.5 [-10.2 ; 17.2]	2.3 [-5.0 ; 9.6]	5.8 [-10.2 ; 21.9]
<b>2 (n=474)</b>	0.7 [0.0 ; 1.5]	0.0 [-1.3 ; 1.2]	8.5 [-4.7 ; 21.7]	0.8 [-6.2 ; 7.8]	9.1 [-6.3 ; 24.6]
<b>3 (n=830)</b>	<b>1.1 [0.5 ; 1.8]</b>	0.5 [-0.6 ; 1.6]	-7.4 [-19.2 ; 4.3]	<b>7.1 [0.9 ; 13.4]</b>	-0.4 [-14.2 ; 13.3]
<b>Linear trend test</b>	<b>0.0006</b>	0.55	0.14	<b>0.02</b>	0.79
<b>10-year cumulative level of good general health</b>					
<b>0 (n=389)</b>	0	0	0	0	0
<b>1 (n=359)</b>	0.3 [-0.5 ; 1.1]	-0.3 [-1.6 ; 1.1]	-8.5 [-22.6 ; 5.7]	0.3 [-7.2 ; 7.8]	-8.6 [-25.1 ; 8.0]
<b>2 (n=433)</b>	<b>0.8 [0.0 ; 1.5]</b>	0.4 [-0.9 ; 1.7]	<b>-19.0 [-32.5 ; -5.5]</b>	-2.1 [-9.2 ; 5.1]	<b>-21.2 [-37.0 ; -5.5]</b>
<b>3 (n=912)</b>	<b>1.3 [0.6 ; 1.9]</b>	0.8 [-0.3 ; 1.9]	<b>-20.1 [-31.8 ; -8.4]</b>	4.6 [-1.5 ; 10.8]	<b>-15.9 [-29.5 ; -2.2]</b>
<b>Linear trend test</b>	<b>&lt;0.0001</b>	0.05	<b>0.0003</b>	0.1	<b>0.01</b>

Number of times with good HRQoL: 0 = never; 1=one time; 2=two times; 3=three times. (Good HRQoL: HRQoL z-score >=0)

<sup>a</sup>Linear regression models adjusted were adjusted for gender, SUVIMAX study group (intervention vs placebo), age group, education level, occupational category, weight status, smoking status (bold indicates statistically significant).



**Figure 1: Association of 10-year cumulative level of cross-classified "leisure-time physical activity and screen-viewing time" with health-related quality of life in French adults (N=2,093) <sup>a</sup>**

The y axis indicates difference in HRQoL score ( $\beta$ ) from reference (0:0 times) by multivariate regression models. P value is for linear trend test.

**High leisure-time PA: > 2 hrs 30' /week; High screen-viewing time: >2hrs /day**

<sup>a</sup> Linear regression models adjusted were adjusted for gender, SUVIMAX study group (intervention vs placebo), age group, education level, occupational category, weight status, smoking status

### **3.2.2.2 Contribution du sport dans la relation entre l'activité physique et la qualité de vie en population générale française (Baromètre santé 2005)**

#### a. Contexte et objectifs

Ce travail s'inscrit dans la volonté d'investigation de l'activité physique dans sa diversité, en supposant que toutes les formes d'activité physique n'influencent pas de la même manière la QVLS. Le sport est une forme d'activité physique de loisirs dont la pratique pourrait avoir un impact particulier sur la QVLS indépendamment du niveau global d'activité physique. L'objectif de ce travail était de mesurer la contribution du sport dans l'association entre le niveau d'activité physique et la QVLS en population générale française.

#### b. Méthodes

Des analyses ont été faites sur un échantillon de 4909 personnes (dont 2855 femmes) âgées de 15 à 69 issus du Baromètre Santé 2005. Le niveau d'activité physique et le score de QVLS ont été mesurés à partir des versions françaises de l'IPAQ et du WHOQOL-BREF, respectivement. Une question supplémentaire sur la pratique habituelle d'un sport a été posée. Les niveaux d'activité physique ont été calculés à partir de la dépense énergétique globale (niveaux faible, modéré et élevé). Les dimensions physique, mentale et sociale de la QVLS ont été prises en compte. Nous avons analysé les liens entre le niveau d'activité physique globale et le score de QVLS, puis l'association entre la pratique d'un sport et la QVLS indépendamment du niveau d'activité physique et enfin l'association entre la pratique d'un sport et la QVLS pour chaque niveau d'activité physique donné. Les analyses statistiques ont été faites en utilisant les modèles de régressions linéaires stratifiés par sexe et ajustés sur les variables sociodémographiques.

### c. Résultats

Plus le niveau global d'activité physique était élevé, plus le score de QVLS était élevé, aussi bien chez les hommes que chez les femmes. La pratique d'un sport est associée à une QVLS plus élevée. Quel que soit le niveau global d'activité physique, la pratique d'un sport était associée à une QVLS plus élevée. Cependant, l'impact du sport semblait plus important pour les individus ayant un niveau d'activité physique bas ou élevé par rapport à ceux qui avaient un niveau d'activité physique modéré. Ce résultat pouvait s'expliquer par le fait que dans le groupe avec un niveau d'activité physique faible, tester la contribution du sport revenait à comparer ceux qui faisaient du sport à ceux qui ne faisaient « rien » (le sport était leur seule activité physique). Dans le groupe avec un niveau d'activité physique élevé ceux qui faisaient du sport avaient probablement tendance à en faire plus régulièrement et plus intensément et dans le groupe avec un niveau modéré le sport n'était qu'une forme d'activité physique parmi tant d'autres.

### d. Article

Ce travail a été publié dans la revue *Quality of Life Research* en 2013.

**Omorou YA, Erpelding M-L, Escalon H, Vuillemin A: Contribution of taking part in sport to the association between physical activity and quality of life. *Qual Life Res* 2013.**

### e. Références citées dans l'article (40 références)

(3,4,6,36,37,45,50,53–55,109,161,184,185,191–216)



# Contribution of taking part in sport to the association between physical activity and quality of life

Yacoubou Abdou Omorou · Marie-Line Erpelding ·  
Hélène Escalon · Anne Vuillemin

Accepted: 11 January 2013 / Published online: 24 January 2013  
© Springer Science+Business Media Dordrecht 2013

## Abstract

**Purpose** The purpose of this study was to investigate the contribution of sport to the association between physical activity (PA) and quality of life (QoL).

**Methods** Cross-sectional data were gathered on 4,909 subjects (age 15–69) from the French National Barometer 2005 survey. The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) and the abbreviated version of the World Health Organization Quality of Life Questionnaire (WHOQOL-BREF) were administered. An additional question was used to assess sporting activity. All analyses used linear regression models and were adjusted on variables associated with QoL in a general population.

**Results** The mean age of the participants (both men and women) decreased with increasing PA level. Sport was positively associated with QoL among men ( $\beta$  range from 4.2 [95 % CI 3.1–5.4] for physical health to 2.4 [95 % CI 1.1–3.8] for social relationship domains) and women ( $\beta$  range from 3.6 [95 % CI 2.6–4.5] for physical health to 1.6 [95 % CI 0.6–2.8] for social relationship domains). The

association between sport and QoL was greater for low or high PA levels rather than moderate PA for men (physical and psychological health) and women (physical health only). For women, there was a dose–response association with psychological health and social relationships (contribution of sport to QoL increased with PA level).

**Conclusions** These results showed that sport was nearly always associated with better QoL, even more so for people who had low or high PA levels (physical and psychological health for men and physical health for women). Prospective studies are necessary to confirm these findings.

**Keywords** Physical activity · Quality of life · Sport

## Introduction

Physical activity (PA) is of growing interest among those involved in public health, not least because its beneficial effects on health have been demonstrated in many studies [1–3]. Regular PA can reduce global and specific mortality among people with non-communicable diseases such as diabetes, cardiovascular disease and cancers [2, 3]. Beyond its effects on mortality, PA also seems to have an important role in quality of life (QoL) of patients and the general population. QoL is defined as “individuals’ perceptions of their position in life in the context of culture and value systems in which they live, and in relation to their goals, expectations, standards and concerns” [4]. Regular PA increases QoL in patients with chronic conditions such as cardiovascular disease, chronic respiratory failure, multiple sclerosis and cancer [5–10]. In population-based studies, regular PA is found to be an important means of increasing QoL [11]. A dose–response effect between PA and QoL is

---

Y. A. Omorou · A. Vuillemin  
EA 4360 APEMAC, Université Paris Descartes, Université de  
Lorraine, 54500 Vandœuvre-lès-Nancy, France

M.-L. Erpelding  
CHU Nancy, Service d’Epidémiologie et Evaluation Cliniques,  
54500 Vandœuvre-lès-Nancy, France

H. Escalon  
Institut National de Prévention et d’Education pour la Santé  
(INPES), 93200 Saint-Denis, France

A. Vuillemin (✉)  
Ecole de Santé Publique – EA 4360 APEMAC, 9 avenue de la  
forêt de Haye, 184 54500 Vandœuvre-lès-Nancy, France  
e-mail: anne.vuillemin@univ-lorraine.fr

observed in general populations, with increased PA level associated with highest overall QoL [12, 13].

Not all domains of PA may be equally beneficial to QoL, and the domain may be an important determinant of the link with QoL. The following four specific domains of PA can be identified: job-related, transportation, domestic activity and leisure-time PA (LTPA). However, which PA domains have a positive impact on QoL remain largely unknown, as few studies [14–18] have investigated the association between specific domains of PA and QoL. Most such work [15, 16, 18] has shown a beneficial association between LTPA and QoL. A beneficial dose–response relationship between LTPA and QoL was found in a French population [16, 18]. One study that explored the four PA domains simultaneously found a positive association between LTPA and QoL but negative effects of domestic and transportation PA [15].

Sport is a specific domain of LTPA that can substantially increase energy expenditure and physical fitness for those who participate [19]. Sporting activity can also have beneficial effects on health. A systematic review and dose–response meta-analysis showed that sport is associated with significant reductions in all-cause mortality [20]. Sport also helps to improve health [21]. Among people with disability, sport is associated with enhanced functional capacity, health promotion, relationship development, increased optimism and participation in meaningful life activities and roles [22]. Sport is also known to have health benefits such as osteoporosis prevention by increasing bone mineral density [23, 24]. Nevertheless, the association between sport and QoL in the general population remains relatively unexplored [25].

As noted above, PA in general and LTPA in particular are associated with QoL improvement in the general population. What about sporting activity? Do PA and sport have the same effect on QoL? Does sport enhance the association between PA and QoL? To our knowledge, these questions have not been explored. The aim of this study was to investigate the contribution of sport to the association between PA and QoL in the French adult population.

## Methods

### Participants eligible for this study

Data from the French National Barometer 2005 survey [26], a multithematic 5-year periodic study by the French National Institute for Prevention and Health Education, were used. Data were collected using a computer-assisted telephone interview system (CATI) from a sample of 30,514 French-speaking people in France aged 12–75 years. Of these, 26,672

participants were contacted on their landline telephones and asked to answer some survey questions. Because the survey was long (mean duration of an interview was about 40 min on a landline) and for economic reasons, a sample of 5,671 participants was randomly selected to complete the World Health Organization Quality of Life Questionnaire, abbreviated version (WHOQOL-BREF) and the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). Only subjects between 15 and 69 years old were included because of the age range required for IPAQ validity. From the final sample of 5,020 participants, 111 were excluded due to disability, long-term illness or vacation. Thus, a total of 4,909 subjects participated (Fig. 1).

## Measurements

### Quality of life (QoL)

Quality of life (QoL) was assessed using the validated French version of the WHOQOL-BREF [27], a 26-item questionnaire exploring physical health (7 items), psychological health (6 items), social relationships (3 items), environment (8 items) and overall satisfaction with life and general sense of personal well-being (1 item each). Responses to items are coded from 1 to 5, with 5 representing high QoL, summed and transformed to a scale from 0 (worst QoL) to 100 (best QoL) [4]. For logistic reasons, only the physical health, psychological health and social relationships dimensions were investigated.

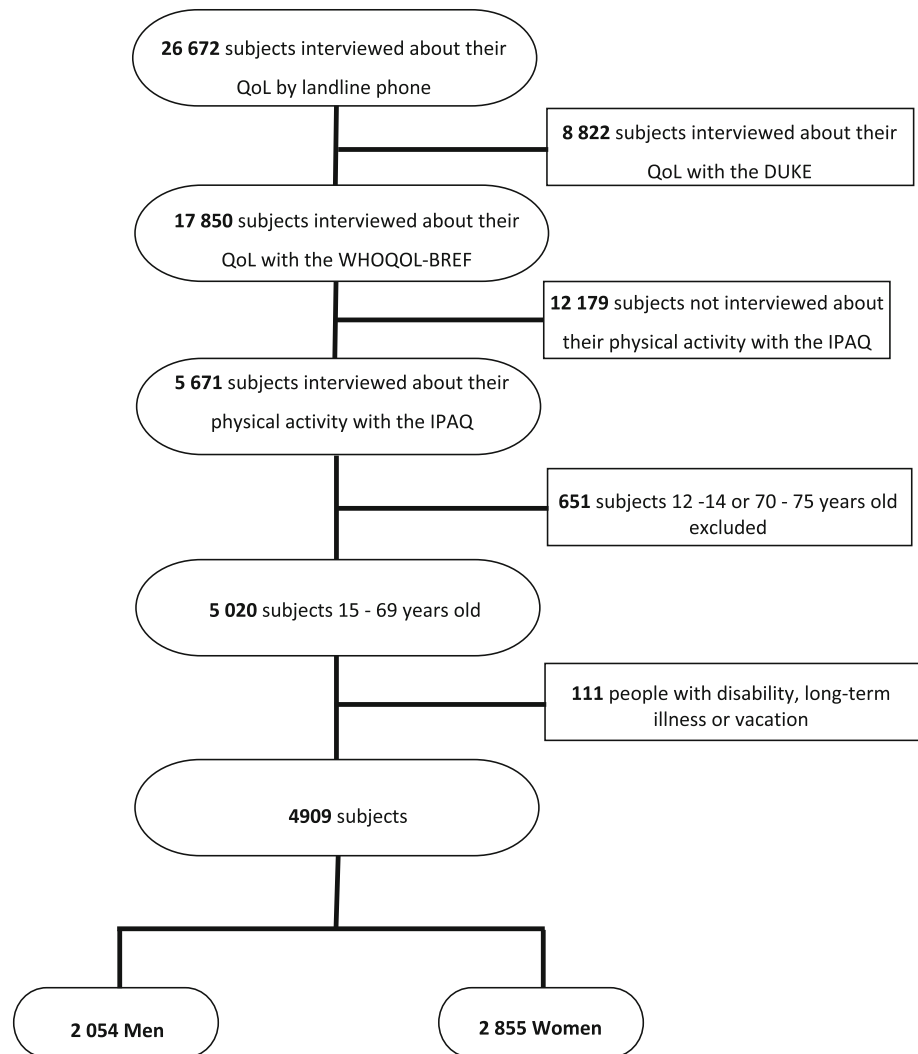
### Physical activity (PA)

Physical activity (PA) level was determined using the French validated short-form version of the IPAQ [28]. All questions referred to PA during the previous 7 days. The results allowed energy expenditure to be estimated in metabolic equivalent minutes per week (MET-min/week). For that, an average MET score is attributed for each type of activity: 3.3 METs for walking, 4.0 METs for moderate activity and 8.0 for vigorous activity [29]. Algorithms are used to calculate continuous PA scores based on MET, frequency and duration of PA. Continuous PA scores can be classified into three levels: low, moderate and high [29].

### Sport

Data on sport concerned participation in sport in the previous 7 days and were collected using a binary question: “In the previous 7 days, did you take part in any sport (yes or no)?” People were considered to take part in sport when they answered “yes” to the question.

**Fig. 1** Flow chart of the sample selection in the French National Barometer 2005 Survey. *QoL* quality of life, *IPAQ* international physical activity questionnaire, *WHOQOL-BREF* Abbreviated version of the World Health Organization Quality of Life Questionnaire, *DUKE* A quality of life questionnaire



### *PA patterns*

Six groups were defined combining PA level and sport:

- Group 1: high PA level and sport
- Group 2: moderate PA level and sport
- Group 3: low PA level and sport
- Group 4: high PA level without sport
- Group 5: moderate PA level without sport
- Group 6: low PA level without sport

### *Sociodemographic, lifestyle and health variables*

Sociodemographic and health factors assessed for a relationship with QoL were: sex, age (years), living as a couple (yes, no), smoking (yes, no), alcohol consumption (yes, no), professional situation (active, inactive [retired and others without economic activity]), chronic illness (self-reported disorders such as asthma, cancer, diabetes, cardio-respiratory disease [yes, no]), body mass index according

to the IOTF norms [30] (lean, normal weight, overweight and obese) and time spent sitting during the day (minutes, collected by the IPAQ).

### *Statistical analysis*

Interaction of sex with the PA-QoL association was statistically significant only for the physical health dimension ( $p = 0.0011$ ). Given this significant interaction and data from the literature (previous studies showed significant differences between men and women in PA [16] and QoL [31]), a stratified analysis was chosen. The normality of the distribution of QoL scores was evaluated using normal probability plots and Kurtosis and Skewness coefficients. A linear trend test (Cochrane–Armitage test) for categorical variables and analysis of variance (ANOVA) for continuous variables were used for the trend observed across PA levels. For the QoL score comparison, we chose Group 1 (people with high PA level and participation in sport) as

the reference group. The mean [95 % CI] QoL scores in each of the five other groups were compared to the reference group using ANOVA. Univariate and multivariate general linear model analyses were used to assess the associations between PA level, sport and QoL. Backward selection of variables with a 0.1 level of staying in the model was used to take into account other variables associated with QoL. Possible interactions were investigated specifically with age. The study involved three analyses: (1) the association between PA level and QoL (Model 1); (2) the association between sport and QoL independent of PA level (Model 2) and (3) the association between sport and QoL by PA level (Model 3, 4 and 5 for low, moderate and high PA level). With each regression analysis, standardized regression coefficients ( $\beta$ ) with 95 % confidence intervals (95 % CI) and  $p$  values ( $p$ ) were calculated. With the analytic sample available, taking 5 % type I error and 80 % power, the smallest difference we could identify for men was 3.63 points (in each comparison group, there was a minimum of 120 participants, the standard deviation of the WHOQOL-BREF score calculated was 10 points). For women, there was a minimum of 160 participants in each group, the standard deviation was 12 points and the smallest difference we could identify was 3.77 points. Statistical analysis involved use of SAS v9.3 (SAS Inc., Cary, NC).

## Results

Tables 1 and 2 present the characteristics of the sample. A total of 2,054 men and 2,855 women were classified into three groups according to their PA level. Overall, the majority of the participants were classified in the high PA level (52.6 % for men and 41.8 % for women). The mean age was higher in the low PA level group than the others for men ( $p = 0.0143$ ) and women ( $p < 0.0001$ ). The proportion of men and women participating in sport increased with the PA level ( $p < 0.0001$  for linear trend test). The proportion of participants (men and women) with chronic illness increased with the PA level. Similar but not statistically significant results were found for smokers ( $p = 0.2837$  for men and 0.1182 for women). The linear trend test was significant for body mass index in men and for professional situation in women. People classified in the high PA group spent less time in sedentary behaviour than others ( $p < 0.0001$ ). The mean [95 % CI] QoL scores in each of the six groups are shown in Table 3. For men, QoL scores ranged from 73.5 [71.6–75.4] to 83.2 [82.3–84.0] for physical health, 66.6 [65.0–68.3] to 70.8 [68.5–73.0] for psychological health and 72.2 [70.6–73.9] to 76.7 [75.6–77.9] for social relationships. These scores were lower among women. QoL scores were globally higher in

the reference group (Group 1). Groups without sport (Groups 4, 5 and 6) had lower QoL than Group 1 for all dimensions among both men and women.

The associations between PA level, sport and QoL were assessed using multivariate linear regression models and are presented in Tables 4 and 5 for men and women, respectively. First, we assessed the association between PA level and QoL. For this association (Model 1), scores were higher for men in the high PA level rather than in the low PA level for the three dimensions with  $\beta$  (regression coefficient) ranges from 1.5 to 4.4 points and the physical health score increased with increasing PA level (dose–response effect). For men, as compared with a low PA level, a moderate PA level did not influence the social relationships dimension. For women, the physical health score was higher in subjects with moderate ( $\beta = 1.9$ ) or high ( $\beta = 2.0$ ) rather than low PA. No significant association was observed for psychological health and social relationships. Women with low and moderate PA levels did not differ in psychological health and social relationships.

Secondly, the association between sport and QoL was investigated independently of PA level (Model 2). Sport was associated with increased QoL in all dimensions among both men and women. For physical health, the contribution of sport was 4.2 points for men and 3.6 points for women. The contribution was similar for men and women for psychological health ( $\beta = 2.9$  and 3.2, respectively). For social relationships, the contribution of sport was 2.4 [95 % CI 1.1–3.8] points for men and 1.6 [95 % CI 0.6–2.8] points for women.

The last step was to evaluate the association between sport and QoL by PA level (Models 3–5). Men with a low PA level who took part in sport showed an increase in QoL scores for physical and psychological health ( $\beta = 4.4$  and 3.5 points, respectively) but not social relationships ( $\beta = 0.4$  [95 %CI –3.3–4.1]). For women with a low PA level, sport had no statistically significant association with the psychological health and social relationship dimensions. Among men with a moderate PA level, sport was associated with a statistically significant increase in QoL scores ( $\beta = 2.6, 2.6$  and 3.5 for physical health, psychological health and social relationships, respectively). For women with a moderate PA level, sport was moderately associated with physical and psychological health but not with social relationships ( $\beta = 1.1$  [95 %CI –0.8–2.9]). For both men and women with a high PA level, sport was significantly associated with all QoL dimensions. Multivariate analysis revealed that for men, participation in sport was associated with increases in QoL score of 4.0 points for physical health, 2.8 for psychological health and 1.8 for social relationships. Among women, these values were 3.9, 5.1 and 2.8 points, respectively. In summary, regarding the association between sporting activity and QoL by PA level,

**Table 1** Respondent characteristics according to the physical activity level for men

Men	Low PA level <i>N</i> = 419 (20.4 %)		Moderate PA level <i>N</i> = 555 (27.0 %)		High PA level <i>N</i> = 1,080 (52.6 %)		<i>p</i> *
	<i>N</i> (%) <sup>a</sup>	Mean (SD) <sup>b</sup>	<i>N</i> (%) <sup>a</sup>	Mean (SD) <sup>b</sup>	<i>N</i> (%) <sup>a</sup>	Mean (SD) <sup>b</sup>	
Age (year)		42.9 (14.0)		41.7 (15.0)		40.5 (14.9)	0.0143
Sporting activity (yes)	124 (12.7)		249 (25.6)		601 (61.7)		<.0001
Living as a couple (yes)	284 (21.7)		348 (26.6)		678 (51.8)		0.0547
Professional situation							0.0647
Economically inactive	129 (18.0)		203 (28.3)		386 (53.8)		
Economically active	290 (21.7)		352 (26.3)		694 (51.9)		
Chronic illness	89 (20.9)		140 (32.9)		197 (46.2)		0.0227
Smoking							0.2837
No	270 (19.8)		374 (27.5)		718 (52.7)		
Yes	149 (21.5)		181 (26.2)		362 (52.3)		
Alcohol consumption							0.4769
No	156 (21.5)		180 (24.9)		388 (53.6)		
Yes	263 (19.8)		375 (28.2)		692 (52.0)		
Body mass index							0.0258
Lean or normal weight	221 (18.5)		334 (27.9)		640 (53.6)		
Overweight or obese	198 (23.1)		221 (25.7)		440 (51.2)		
Time spent sitting during a day (min)		341.4 (211.1)		339.3 (186.9)		245.8 (162.2)	<.0001

<sup>a</sup> Number (percentage)<sup>b</sup> Mean (standard deviation)\* *p* value of linear trend test for qualitative variables (Cochran–Armitage test), an analysis of variance test for quantitative variables (ANOVA)**Table 2** Respondent characteristics according to the physical activity level for women

Women	Low PA level <i>N</i> = 566 (19.8 %)		Moderate PA level <i>N</i> = 1,095 (38.4 %)		High PA level <i>N</i> = 1,194 (41.8 %)		<i>p</i> *
	<i>N</i> (%) <sup>a</sup>	Mean(SD) <sup>b</sup>	<i>N</i> (%) <sup>a</sup>	Mean(SD) <sup>b</sup>	<i>N</i> (%) <sup>a</sup>	Mean(SD) <sup>b</sup>	
Age (year)		43.9 (14.2)		40.5 (14.6)		43.0 (14.5)	<.0001
Sport (yes)	170 (14.0)		496 (40.9)		547 (45.1)		<.0001
Living as a couple (yes)	346 (19.4)		676 (38.0)		757 (42.6)		0.1649
Professional situation							0.0278
Economically inactive	246 (19.4)		458 (36.1)		563 (44.4)		
Economically active	320 (20.2)		637 (40.1)		631 (39.7)		
Chronic illness (yes)	139 (21.1)		232 (35.2)		288 (43.7)		0.4058
Smoking							0.1682
No	416 (20.2)		793 (38.5)		852 (41.3)		
Yes	150 (18.9)		302 (38.0)		342 (43.1)		
Alcohol consumption							0.3706
No	358 (20.3)		668 (37.8)		740 (41.9)		
Yes	208 (19.1)		427 (39.2)		454 (41.7)		
Body mass index							0.4734
Lean or normal weight	416 (19.4)		840 (39.2)		886 (41.4)		
Overweight or obese	150 (21.0)		255 (35.8)		308 (43.2)		
Time spent sitting during a day (min)		304.0 (196.9)		306.4 (181.2)		232.4 (154.0)	<.0001

<sup>a</sup> Number (percentage)<sup>b</sup> Mean (standard deviation)\* *p* value of linear trend test for qualitative variables (Cochran–Armitage test), an analysis of variance test for quantitative variables (ANOVA)

**Table 3** Comparing quality of life of the reference group (high PA level and sport) to each of the five other groups

	Men			Women		
	Physical health Mean <sup>a</sup> [95 % CI] <sup>b</sup>	Psychological health Mean <sup>a</sup> [95 % CI] <sup>b</sup>	Social relationships Mean <sup>a</sup> [95 % CI] <sup>b</sup>	Physical health Mean <sup>a</sup> [95 % CI] <sup>b</sup>	Psychological health Mean <sup>a</sup> [95 % CI] <sup>b</sup>	Social relationships Mean <sup>a</sup> [95 % CI] <sup>b</sup>
High PA and sport (reference) <sup>c</sup>	83.2 [82.3–84.0]	70.2 [69.2–71.2]	76.7 [75.6–77.9]	79.2 [78.2–80.3]	68.8 [67.7–69.9]	76.6 [75.3–77.9]
Moderate PA and sport	81.6 [80.2–83.0]	70.1 [68.6–71.6]	76.1 [74.3–77.9]	79.1 [78.0–80.3]	67.5 [66.3–68.6]	76.4 [75.0–77.8]
Low PA and sport	81.5 [79.7–83.3]	70.8 [68.5–73.0]	73.3 [71.2–76.2]	78.4 [76.7–80.2]	65.6 ** [63.7–67.4]	73.2 * [71.1–75.2]
High PA without sport	78.1 *** [76.8–79.3]	67.3 *** [64.7–67.7]	74.8 [73.5–76.2]	74.4 *** [73.2–75.5]	62.9 *** [61.8–64.0]	73.3 ** [72.0–74.6]
Moderate PA without sport	76.4 *** [74.7–78.1]	67.7 ** [64.9–68.8]	72.2 *** [70.6–73.9]	76.0 *** [74.9–77.2]	64.9 *** [63.7–66.0]	74.7 [73.5–75.9]
Low PA without sport	73.5 *** [71.6–75.4]	66.6 *** [65.0–68.3]	72.4 *** [70.4–74.4]	72.8 *** [71.1–74.4]	63.6 *** [62.2–65.0]	72.9 ** [71.3–74.6]

<sup>a</sup> Mean of QoL score in each group<sup>b</sup> Confidence interval of QoL score<sup>c</sup> Reference group corresponding to participants with high physical activity level and participation in sporting activity\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.0001$ :  $p$  value from analysis of variance test comparing reference group QoL score to other groups**Table 4** Multivariate linear regression analysing the association between sport, physical activity level and QoL domains for men

	Physical health		Psychological health		Social relationships	
	$\beta^a$	[95 % CI] <sup>b</sup>	$\beta^a$	[95 % CI] <sup>b</sup>	$\beta^a$	[95 % CI] <sup>b</sup>
Model 1: physical activity level <sup>c</sup>						
Low	0		0		0	
Moderate	3.1 **	[1.5; 4.8]	1.5 *	[0.1; 2.9]	1.5	[-0.4; 3.4]
High	4.4 ***	[3.0; 5.9]	1.5 *	[0.1; 3.0]	2.5 **	[1.4; 4.3]
Model 2: sport <sup>d</sup>						
	4.2 ***	[3.1; 5.4]	2.9 ***	[1.7; 4.1]	2.4 **	[1.1; 3.8]
Model 3: low physical activity level <sup>e</sup>						
	4.4 **	[1.2; 7.7]	3.2 *	[0.1; 6.2]	0.4	[-3.3; 4.1]
Model 4: moderate physical activity level <sup>f</sup>						
	2.6 *	[0.5; 4.8]	2.6 *	[0.3; 4.8]	3.5 **	[1.0; 6.0]
Model 5: high physical activity level <sup>g</sup>						
	4.0 ***	[2.6; 5.5]	2.8 **	[1.2; 4.5]	1.8 *	[0.0; 3.6]

Adjustment variables: age, living as a couple, professional situation, smoking, alcohol consumption, chronic illness, body mass index, time spent sitting during a day

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.0001$ <sup>a</sup> Regression coefficient<sup>b</sup> 95 % Confidence interval of estimated parameters (regression coefficient)<sup>c</sup> Model 1: association between physical activity level and QoL<sup>d</sup> Model 2: association between sport and QoL independently of physical activity level<sup>e,f,g</sup> Models 3, 4 and 5: Association between sport and QoL for each physical activity level

sport was nearly always associated with better QoL, even more so for men with low or high levels of PA (physical and psychological health). For women, the same result was found for physical health but a dose–response association was observed for psychological health and social relationships (the contribution of sport increased with the PA level).

## Discussion

In this study, the central finding was that for all participants, taking part in sport was nearly always associated with better QoL, particularly among participants with low or high rather than moderate PA levels (physical and psychological health for men and physical health for

**Table 5** Multivariate linear regression analysing the association between sport, physical activity level and QoL domains for women

	Physical health		Psychological health		Social relationships	
	$\beta^a$	[95 % CI] <sup>b</sup>	$\beta^a$	[95 % CI] <sup>b</sup>	$\beta^a$	[95 % CI] <sup>b</sup>
Model 1: overall physical activity level <sup>c</sup>						
Low	0		0		0	
Moderate	1.9 *	[0.7;3.4]	1.1	[-0.6; 2.8]	1.3	[-0.3; 2.9]
High	2.0 **	[0.6;3.3]	1	[-0.6; 2.5]	1.2	[-0.4; 2.8]
Model 2: sport <sup>d</sup>	3.6 ***	[2.6;4.5]	3.2 ***	[2.2; 4.2]	1.6 **	[0.6; 2.8]
Model 3: low physical activity level <sup>e</sup>	4.2 **	[1.6; 6.7]	1.2	[-1.3; 3.8]	0.1	[-2.7; 2.9]
Model 4: moderate physical activity level <sup>f</sup>	2.5 **	[1.0; 4.0]	2.2 **	[0.6; 3.8]	1.1	[-0.8; 2.9]
Model 5: high physical activity level <sup>g</sup>	3.9 ***	[2.5; 5.4]	5.1 ***	[3.4; 6.6]	2.8 **	[1.0; 4.6]

Adjustment variables: age, living as a couple, professional situation, smoking, alcohol consumption, chronic illness, body mass index, time spent sitting during a day

<sup>a</sup> Regression coefficient

<sup>b</sup> 95 % Confidence interval of estimated parameters (regression coefficient)

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.0001$

<sup>c</sup> Model 1: association between physical activity level and QoL

<sup>d</sup> Model 2: association between sport and QoL independently of physical activity level

<sup>e,f,g</sup> Models 3, 4 and 5: association between sport and QoL for each physical activity level

women). For women, the contribution of sport to psychological health and social relationships was greater for high rather than moderate and low PA levels, suggesting a dose–response association. A statistically significant association was found between PA level and QoL especially in men. An increased PA level was associated with a higher QoL score, particularly in the physical health dimension. The association was less important for the psychological health and social relationships dimensions. Whatever the PA level, sport was associated with increased QoL among men and women. People who reported sporting activity had higher QoL scores than the others. The highest QoL scores were observed in the group with a high PA level and sport in each of the three dimensions.

The added value of this study lies in the identification of the role of improved QoL related to sport in the association between PA and QoL. This was related to the separate analysis of the association between PA level, sport and QoL independently, and then the contribution of sport to QoL for each PA level. The large number of participants and particularly the fact that it was conducted in the general population were also strengths of this study, notably in terms of the generalizability of the results. Also, it was the first study to use the WHOQOL-BREF to assess the association between PA and QoL in the French general population.

The study had some limitations. The association between PA, sport and the environmental dimension of the WHOQOL-BREF could not be evaluated because, for logistic reasons, these data were not collected in the National Health Barometer 2005 survey [26]. Nevertheless,

in contrast to other QoL questionnaires, the WHOQOL-BREF is the only one that includes an environmental dimension, although its importance has been challenged. Previous studies showed that the environment dimension score was partly included in the physical health dimension and was sensitive to education level, mental illness and age [32, 33]. Nonetheless it could be interesting to investigate this dimension. Information about taking part in sport was based on individual reporting and neither the quantity nor the type of sport could be assessed. This may result in reporting bias. It has been shown that the contribution of sport to QoL depends on the type of PA setting and it has been suggested that participation in club sport may enhance the benefits of PA on QoL [34]. The significant interaction of sex and the fact that PA and sport are nested variables necessitated multiple testing, which increased the likelihood of type I errors and limited power. The problem of power was partly solved by the large size of the sample. The method of data collection (use of a cell or landline phone) could affect the representativeness of the study sample. To partially measure this problem, we compared these two groups and made sure that they had similar characteristics. Finally, because of the cross-sectional design, this study did not permit assessment of the causal relation between sport and QoL.

In the present study, the contribution of sport to the association between PA and QoL was different between the sexes. A dose–response association was observed between sport and QoL by PA level for women (except for physical health). This result seems consistent with the literature. Vuillemin et al. [18] found a consistent positive increase in

QoL scores across their four categories of LTPA (inactivity, irregular activity, moderate activity and vigorous activity) in French adults. However, the moderate PA level group had a smaller additional effect of sport than did the low or high PA level groups (for physical and psychological health in men and physical health in women). The explanation of this result is for the moment not known. Perhaps it was because the low PA group benefits from doing any sport at all (sport vs. inactivity) and the high PA group tended to exercise in their sport more intensively, but this could not be answered with the data available. We found that the PA level was associated with QoL for both men and women, but with variations depending on the dimensions. These findings are consistent with several previous studies [35, 36]. Riise et al. [35] found that PA was positively correlated with the physical dimension of QoL and to a slightly lesser degree with the psychological dimension. Similar results were found by Shibata et al. [36] in Japanese adults. Results of the present study also showed that, in a large sample of French adults, sport was associated with increased QoL, whatever the PA level, for both men and women. This result confirms the positive association between LTPA (of which sport is a part) and QoL. Kim et al. [37] showed that PA related to sport and recreation, rather than to work, was positively related to QoL. Similarly, Snyder et al. [25] found that adolescent athletes reported significantly higher QoL, including physical functioning, general health, social functioning, mental health and happiness, than did students not involved in school-sponsored interscholastic athletics or a sports club. In the description section, it appeared that a large part of the sample was classified into high PA level and, contrary to what could be expected, the proportion of smokers and participants suffering from chronic illness increased across the PA categories and was highest in the high PA group. This result seemed to contradict what was expected because it is known that the absence of, or a decrease in, PA is a predisposing factor for chronic illness [3] and that people with chronic disease are less physically active than their healthy counterparts [38, 39]. This finding could be the result of the various public health plans (French National Health and Nutrition Program [40] implemented since 2001), including PA promotion, implemented over the past several years in France. However, it was not possible to verify this hypothesis.

In conclusion, sporting activity was significantly associated with several QoL dimensions among both men and women. This association depended on the PA level. The contribution of sport to QoL (physical and psychological health for men and physical health for women) was greater for subjects with low or high rather than moderate PA levels. For women, this contribution increased with the PA level in psychological health and social relationship. These

results suggest a possible beneficial association between sport and QoL in the French general adult population. The results on the contribution of sport to QoL (physical and psychological health for men and physical health for women) have given rise to new questions that deserve to be explored in future: Why does this contribution seem greater in the low or high PA level groups compared to the moderate PA level group? Are people with low QoL less likely to engage in PA or take part in sport? Longitudinal studies are necessary to explore these findings.

**Acknowledgments** Data collection for this study was financially supported by the National Institute for Prevention and Health Education (INPES), Paris, France.

**Conflict of interest** All authors declare that they have no competing interest.

## References

1. Physical Activity Guidelines Advisory Committee. (2008). Physical activity guidelines advisory committee report, 2008. Washington, DC: US Department of Health and Human Services. [www.health.gov/paguidelines/reports/pdf/committeeReport.pdf](http://www.health.gov/paguidelines/reports/pdf/committeeReport.pdf). Accessed February 15, 2012.
2. Lee, I. M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., & Katzmarzyk, P. T. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: An analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*, 380(9838), 219–229.
3. Warburton, D. E., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. (2006). Health benefits of physical activity: The evidence. *CMAJ*, 174(6), 801–809.
4. Skevington, S. M., Sartorius, N., & Amir, M. (2004). Developing methods for assessing quality of life in different cultural settings. The history of the WHOQOL instruments. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 39(1), 1–8.
5. Esteban, C., Quintana, J. M., Aburto, M., Moraza, J., Egurrola, M., Perez-Izquierdo, J., et al. (2010). Impact of changes in physical activity on health-related quality of life among patients with COPD. *The European Respiratory Journal*, 36(2), 292–300.
6. Gardner, A. W., Montgomery, P. S., Ritti-Dias, R. M., & Thadani, U. (2011). Exercise performance, physical activity, and health-related quality of life in participants with stable angina. *Angiology*, 62(6), 461–466.
7. Speyer, E., Herbinet, A., Vuillemin, A., Briançon, S., & Chastagner, P. (2010). Effect of adapted physical activity sessions in the hospital on health-related quality of life for children with cancer: A cross-over randomized trial. *Pediatric Blood & Cancer*, 55(6), 1160–1166.
8. Stroud, N. M., & Minahan, C. L. (2009). The impact of regular physical activity on fatigue, depression and quality of life in persons with multiple sclerosis. *Health and Quality of Life Outcomes*, 7, 68.
9. Thorsen, L., Skovlund, E., Stromme, S. B., Hornslien, K., Dahl, A. A., & Fossa, S. D. (2005). Effectiveness of physical activity on cardiorespiratory fitness and health-related quality of life in young and middle-aged cancer patients shortly after chemotherapy. *Journal of Clinical Oncology*, 23(10), 2378–2388.
10. Thorsen, L., Courneya, K. S., Stevinson, C., & Fossa, S. D. (2008). A systematic review of physical activity in prostate cancer survivors: Outcomes, prevalence, and determinants. *Supportive Care in Cancer*, 16(9), 987–997.



11. Bize, R., Johnson, J. A., & Plotnikoff, R. C. (2007). Physical activity level and health-related quality of life in the general adult population: A systematic review. *Preventive Medicine, 45*(6), 401–415.
12. Brown, D. W., Brown, D. R., Heath, G. W., Balluz, L., Giles, W. H., Ford, E. S., et al. (2004). Associations between physical activity dose and health-related quality of life. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 36*(5), 890–896.
13. Wolin, K. Y., Glynn, R. J., Colditz, G. A., Lee, I. M., & Kawachi, I. (2007). Long-term physical activity patterns and health-related quality of life in US women. *American Journal of Preventive Medicine, 32*(6), 490–499.
14. Balboa-Castillo, T., Leon-Munoz, L. M., Graciani, A., Rodriguez-Artalejo, F., & Guallar-Castillon, P. (2011). Longitudinal association of physical activity and sedentary behaviour during leisure time with health-related quality of life in community-dwelling older adults. *Health and Quality of Life Outcomes, 9*, 47.
15. Jurakic, D., Pedisic, Z., & Greblo, Z. (2010). Physical activity in different domains and health-related quality of life: A population-based study. *Quality of Life Research, 19*(9), 1303–1309.
16. Tessier, S., Vuillemin, A., Bertrais, S., Boini, S., Le, B. E., Oppert, J. M., et al. (2007). Association between leisure-time physical activity and health-related quality of life changes over time. *Preventive Medicine, 44*(3), 202–208.
17. Valadares, A. L., Carvalho, E. D., Costa-Paiva, L. H., Morais, S. S., & Pinto-Neto, A. M. (2011). Association between different types of physical activities and quality of life in women aged 60 years or over. *Revista da Associação Médica Brasileira, 57*(4), 450–455.
18. Vuillemin, A., Boini, S., Bertrais, S., Tessier, S., Oppert, J. M., Hercberg, S., et al. (2005). Leisure time physical activity and health-related quality of life. *Preventive Medicine, 41*(2), 562–569.
19. Hakkinen, A., Rinne, M., Vasankari, T., Santtila, M., Hakkinen, K., & Kyrolainen, H. (2010). Association of physical fitness with health-related quality of life in Finnish young men. *Health and Quality of Life Outcomes, 8*, 15.
20. Samitz, G., Egger, M., & Zwahlen, M. (2011). Domains of physical activity and all-cause mortality: Systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *International Journal Epidemiology, 40*(5), 1382–1400.
21. Donaldson, A., & Finch, C. F. (2012). Sport as a setting for promoting health. *British Journal of Sports Medicine, 46*(1), 4–5.
22. Wilhite, B., & Shank, J. (2009). In praise of sport: promoting sport participation as a mechanism of health among persons with a disability. *Disability and Health Journal, 2*(3), 116–127.
23. Suominen, H. (2006). Muscle training for bone strength. *Aging Clinical and Experimental Research, 18*(2), 85–93.
24. Suominen, H. (1993). Bone mineral density and long term exercise An overview of cross-sectional athlete studies. *Sports Medicine, 16*(5), 316–330.
25. Snyder, A. R., Martinez, J. C., Bay, R. C., Parsons, J. T., Sauers, E. L., & Valovich McLeod, T. C. (2010). Health-related quality of life differs between adolescent athletes and adolescent non-athletes. *Journal of Sport Rehabilitation, 19*(3), 237–248.
26. INPES. Barometre Santé 2005. (2005). [www.inpes.sante.fr/CFE/SBases/catalogue/pdf/1109.pdf](http://www.inpes.sante.fr/CFE/SBases/catalogue/pdf/1109.pdf). Accessed October 17, 2011.
27. Leplege, A., Reveillere, C., Ecosse, E., Caria, A., & Riviere, H. (2000). Psychometric properties of a new instrument for evaluating quality of life, the WHOQOL-26, in a population of patients with neuromuscular diseases. *Encephale, 26*(5), 13–22.
28. Rutten, A., Ziemainz, H., Schena, F., Stahl, T., Stiggebout, M., Auweele, Y. V., et al. (2003). Using different physical activity measurements in eight European countries. Results of the European Physical Activity Surveillance System (EUPASS) time series survey. *Public Health Nutrition, 6*(4), 371–376.
29. IPAQ Research Committee. (2005). Guidelines for data processing and analysis of the international physical activity questionnaire (IPAQ)—short and long forms. <http://www.ipaq.ki.se/scoring.pdf>. Accessed September 20, 2011.
30. 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*(7244), 1240–1243.
31. Baumann, C., Erpelding, M. L., Regat, S., Collin, J. F., & Briçon, S. (2010). The WHOQOL-BREF questionnaire: French adult population norms for the physical health, psychological health and social relationship dimensions. *Revue d'épidémiologie et de santé publique, 58*(1), 33–39.
32. Jaracz, K., Kalfoss, M., Gorna, K., & Baczyk, G. (2006). Quality of life in polish respondents: Psychometric properties of the Polish WHOQOL-Bref. *Scandinavian Journal of Caring Sciences, 20*(3), 251–260.
33. Noerholm, V., Groenvold, M., Watt, T., Bjorner, J. B., Rasmussen, N. A., & Bech, P. (2004). Quality of life in the Danish general population—normative data and validity of WHOQOL-BREF using Rasch and item response theory models. *Quality of Life Research, 13*(2), 531–540.
34. Eime, R. M., Harvey, J. T., Brown, W. J., & Payne, W. R. (2010). Does sports club participation contribute to health-related quality of life? *Medicine and Science in Sports and Exercise, 42*(5), 1022–1028.
35. Riise, T., Moen, B. E., & Nortvedt, M. W. (2003). Occupation, lifestyle factors and health-related quality of life: The Hordaland health study. *Journal of Occupational and Environmental Medicine, 45*(3), 324–332.
36. Shibata, A., Oka, K., Nakamura, Y., & Muraoka, I. (2007). Recommended level of physical activity and health-related quality of life among Japanese adults. *Health and Quality of Life Outcomes, 5*, 64.
37. Kim, I., Choi, H., & Davis, A. H. (2010). Health-related quality of life by the type of physical activity in Korea. *Journal of Community Health Nursing, 27*(2), 96–106.
38. Tan, S.Y., Poh, B.K., Chong, H.X., Ismail, M.N., Rahman, J., Zarina, A.L., et al. (2013). Physical activity of pediatric patients with acute leukemia undergoing induction or consolidation chemotherapy. *Leukemia Research, 37*, 14–20.
39. Lynch, B. M., Cerin, E., Newman, B., & Owen, N. (2007). Physical activity, activity change, and their correlates in a population-based sample of colorectal cancer survivors. *Annals of Behavioral Medicine, 34*(2), 135–143.
40. Programme National Nutrition Santé. (2001). [http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/PNNS\\_2011-2015.pdf](http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/PNNS_2011-2015.pdf). Accessed November 25, 2012.

## RÉSUMÉ DES RÉSULTATS DE L'AXE 2

### Chez les adolescents

- ***Un effet cumulatif et une relation bidirectionnelle entre l'activité physique et la QVLS***
  - Un niveau élevé d'activité physique est aussi bien une cause qu'une conséquence d'une bonne QVLS.
- ***Un effet cumulatif et une relation unidirectionnelle entre la sédentarité et la QVLS***
  - Une sédentarité élevée est plus une cause qu'une conséquence d'une moins bonne QVLS.

### Chez les adultes

- ***Un effet cumulatif et une relation bidirectionnelle entre l'activité physique de loisirs et la QVLS***
  - Un niveau élevé d'activité physique de loisirs est aussi bien une cause qu'une conséquence d'une bonne QVLS
- ***Un effet cumulatif et une relation bidirectionnelle entre l'activité physique de loisirs et la QVLS***
  - Un niveau élevé d'activité physique professionnelle est plus une cause qu'une conséquence d'une bonne QVLS (dimensions physique et générale)
- ***Un effet cumulatif et une relation bidirectionnelle entre l'activité physique de loisirs et la QVLS mais avec des différences selon le contexte***
  - Un temps écran et un temps total de sédentarité élevés sont aussi bien des causes que des conséquences d'une moins bonne QVLS (dimensions physique et générale).
  - Un temps lecture élevé est aussi bien une cause qu'une conséquence d'une bonne QVLS (dimensions sociale et mentale).

### **NB :**

- ***De façon générale, l'activité physique semble être le comportement ayant le plus d'impact sur la QVLS. Mais son impact positif est en partie contrebalancé par l'impact négatif de la sédentarité.***
- ***Les différences entre adolescents et adultes observées dans ce travail peuvent être en partie expliquées par le fait que nous n'avons pas pu prendre en compte le contexte de pratique chez les adolescents contrairement aux adultes.***

### **3.3 AXE 3 : EFFICACITE D'UNE INTERVENTION**

#### **3.3.1 Activité physique, sédentarité et réduction du surpoids et de l'obésité chez l'adolescent (PRALIMAP)**

##### **a. Contexte et objectifs**

Au même titre que les habitudes alimentaires, l'activité physique et la sédentarité sont utilisées comme des leviers importants dans la prévention ou la réduction du surpoids et de l'obésité. L'efficacité de ces interventions doit s'évaluer non seulement en termes de réduction du surpoids mais aussi en termes de changements de comportements (notamment activité physique et sédentarité) et leurs liens avec la réduction du surpoids. La stratégie de dépistage et de prise en charge a été montrée comme étant la plus efficace sur la réduction du surpoids dans l'étude PRALIMAP. L'objectif de ce travail était d'évaluer l'efficacité de cette stratégie (dépistage et prise en charge du surpoids) sur les changements d'activité physique et de sédentarité puis de mesurer l'impact de ces changements sur la réduction du surpoids.

##### **b. Méthodes**

Un échantillon de 1745 adolescents issus de PRALIMAP (840 dans le groupe dépistage et prise en charge, 905 dans le groupe contrôle) a été utilisé pour cette analyse. L'activité physique et la sédentarité ont été mesurées avec la version française du questionnaire IPAQ. L'indice de masse corporelle et son z-score ont été calculés à partir du poids et de la taille mesurés dans les établissements scolaires par les infirmières de recherche clinique ou de l'Education Nationale.

c. Résultats

Comparés au groupe contrôle, les adolescents ayant bénéficié de la stratégie de dépistage et de prise en charge avaient augmenté leur activité physique globale de 58 minutes/semaine, leur activité physique modérée de 43 minutes/semaine, leur probabilité d'atteindre les recommandations PNNS de 30% et diminué leur temps de sédentarité de 198 minutes/semaine (28 minutes/jour). Ces changements d'activité physique et de sédentarité expliquaient en partie (environ 50%) la réduction pondérale (IMC et z-score de l'IMC) liée à cette stratégie.

d. Article

Ce travail a été publié dans la revue : ***Journal of physical activity and health***

***Omorou YA, Langlois J, Lecomte E, Vuillemin A, Briançon S. **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 2014.***

e. références citées dans l'article (40 références)

(35,37,42,45,51,84,95–99,101,104,116,134,166,179,217–239)

# Adolescents' Physical Activity and Sedentary Behavior: A Pathway in Reducing Overweight and Obesity: The PRALIMAP 2-Year Cluster Randomized Controlled Trial

Abdou Y. Omorou, Johanne Langlois, Edith Lecomte, Anne Vuillemin,  
and Serge Briançon, on behalf of the PRALIMAP Trial Group

**Background:** explaining why and how overweight prevention programs were effective was a real need; especially the potential role of physical activity (PA) and sedentary behavior (SB) should be highlighted. This study aimed to evaluate the 2-year effectiveness of a screening and care strategy in adolescents' weight reduction with regards to PA and SB change. **Methods:** 1745 adolescents aged 15.1 years from PRALIMAP trial was included ( $n = 840$  for screening and care group and  $n = 905$  for control group). PA and SB time (international physical activity questionnaire: IPAQ), body mass index (BMI), and BMI z-score were assessed at inclusion and after 2-year intervention. Hierarchical mixed models were applied. **Results:** Compared with the control group, screening and care strategy was associated with an increase in global PA (58 min/week), a moderate PA (43 min/week), the adherence to the French PA guidelines (OR = 1.3), and a decrease in SB (-198 min/week). The 2-year weight change decreased when adjusted for PA and SB suggesting that the effect of screening and care strategy was partly mediated by PA and SB. **Conclusion:** Screening and care intervention seemed to be effective in increasing PA and decreasing SB. The induced PA and SB modifications contributed to the observed weight change.

**Keywords:** interventions, body weight, public health, screening and care

Prevention of overweight and obesity in adolescence has become a public health priority because of its increasing prevalence worldwide.<sup>1</sup> This situation mainly linked to health-related behaviors developed during childhood and adolescence,<sup>2,3</sup> increases the likelihood of being obese in adulthood<sup>4</sup> with several undesirable health consequences.<sup>5,6</sup> To address this problem, the implementation of prevention programs has been of prime importance in recent years. More specifically, encouraging individuals to be more active and less sedentary has been considered to be an effective strategy to prevent weight-related health problems. Therefore, most interventions aimed at reducing adolescents' overweight and obesity incorporate physical activity (PA) and sedentary behavior (SB) components.<sup>7,8</sup>

In France, there were no studies aimed at reducing overweight and obesity in school-aged apart from ICAPS (Intervention Centered on Physical activity and Sedentary behavior).<sup>9</sup> Long-lasting prevention programs directed at reducing overweight and obesity in school-aged adolescents by promoting health-related behaviors (more PA and less SB) have grown in number worldwide, sometimes with contradictory results.<sup>7,10-13</sup> The effectiveness of interventions on PA or SB was dependent on the type and context of the intervention (school-based or not).<sup>10,11</sup> The impact of PA and SB change on school-aged adolescents weight reduction was also controversial<sup>12</sup> and possibly because of their link with energy intake and eating habits.<sup>14</sup> Although PA and SB are known to be 2 separate constructs and not simply opposites,<sup>15</sup> studies to date have mostly been interested in either PA or SB, but not both at the same time.

Many studies focused on preadolescents whereas it is known that adolescence is a key period for the adoption of healthy nutrition behaviors. At this period of life, individuals acquire their autonomy and adopt their own nutritional behaviors with a high probability to persist into adulthood.<sup>16</sup> Within this context, it seemed important to investigate the most effective school-aged adolescents overweight and obesity prevention strategy. The PRALIMAP (PRomotion de l'Alimentation et de l'Activité Physique) trial was a school-based intervention aimed at reducing overweight and obesity in adolescents, based on the improvement of eating habits, increasing PA and reducing SB.<sup>17</sup> It has shown that a screening and care strategy may be an effective intervention to reduce overweight and obesity among adolescents in a high school setting over a 2-year period.<sup>18</sup>

If the screening and care strategy proved to be effective in reducing overweight and obesity, the question follows as to the mechanisms which underlie this effectiveness. Was screening and care strategy effective in increasing PA and reducing SB? Was there any link between change in PA and SB and weight reduction as these factors were assumed to be key components of obesity and overweight prevention programs? The first aim of the current study was to evaluate the effectiveness of the screening and care strategy in terms of the change over 2 years of PA and SB. The second aim was to determine if the weight reduction provided by the strategy was mediated by PA and SB change.

## Methods

### PRALIMAP Trial

Briefly, PRALIMAP was a cluster randomized controlled trial including 24 state-run high schools in Lorraine, north-eastern France, carried out between 2006 and 2009. Each high school was assigned to receive or not each of the 3 overweight/obesity strategies ("education," "environment," and "screening and care")

Omorou, Vuillemin (anne.vuillemin@univ-lorraine.fr), and Briançon are with the University of Lorraine, Paris Descartes University, EA 4360 APEMAC, Nancy, 54500, France. Langlois and Lecomte are with the National Conservatory of Arts and Crafts (CNAM), France. Vuillemin and Briançon equally contributed to this article.

according to a  $2 \times 2 \times 2$  factorial cluster randomization. The effective strategy (screening and care) consisted of evaluating students for overweight/obesity and proposing, if necessary, an adapted care management of 7 1.5-hour group educational sessions by a nutrition network composed of physicians, dietitians, psychologists, and sport educators. The study design, methods, and rationale have been described in detail elsewhere.<sup>17</sup> The current study used data from PRALIMAP trial which was approved by the French ethics committee (n° 906312) and registered in clinicaltrials.gov (n° NCT00814554).

## Study Sample

Figure 1 represents the flowchart of the study sample selection. The selection criteria were: Having complete data for Body Mass Index (BMI) and International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)<sup>19</sup> at inclusion period (T0: entering in grade 10) and end period (T2: entering in grade 12). From 5354 students who participated to PRALIMAP at T0, 3538 had complete data for BMI at T0 and T2 and were labeled as “Original sample.” Among them, 1793 students (50.7%) had no or incomplete IPAQ data and were labeled as “Non-completers.” This *study sample* consisted of 1745 (49.3%) participants who completed the IPAQ at T0 and T2: 840 of them attended a screening and care strategy high school (*intervention group*) and 905 a no-screening strategy high school (*control group*). “Intervention group” referred to high school students who received screening and care strategy in association or not with others strategies according to a  $2 \times 2 \times 2$  factorial cluster randomization. “Control group” referred to those who didn’t receive the screening and care strategy.

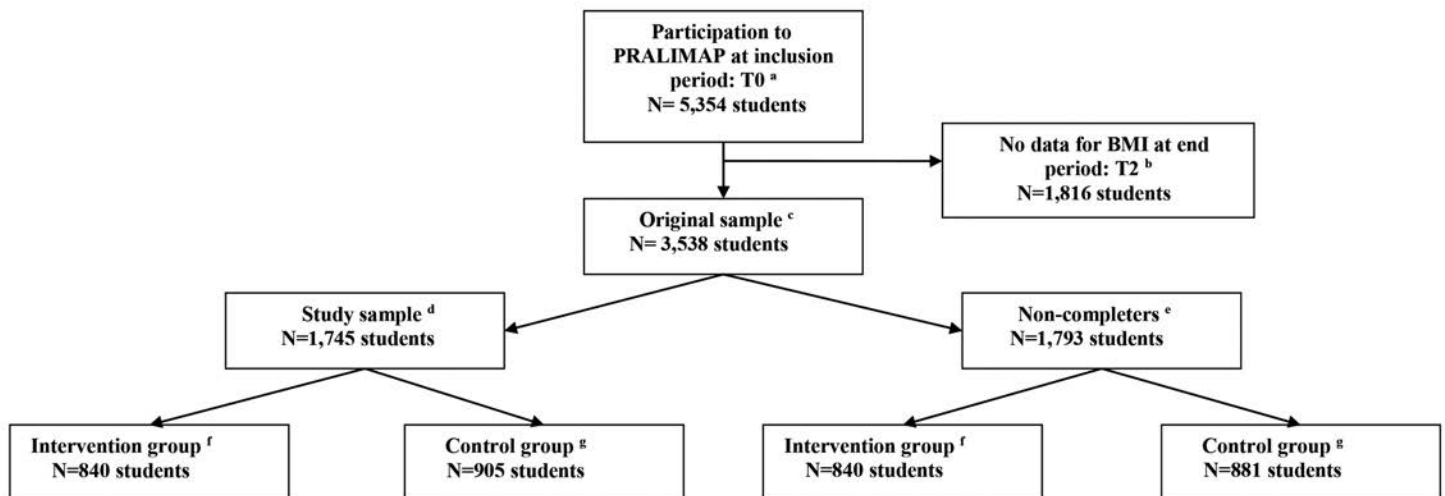
## Measurements

All data used in this study were collected at T0 and T2.

**Outcomes: Physical Activity and Sedentary Behavior.** PA and SB were assessed using the French validated short version of the IPAQ<sup>19</sup> as been used in adolescents.<sup>20</sup> It is a self-reported questionnaire based on the declaration of PA carried out in the previous 7 days. The results allowed an estimation of the energy expenditure in MET-minutes per week. For this calculation, an average MET was attributed for each type of activity: 3.3 for walking, 4.0 for moderate activity, and 8.0 for vigorous activity.<sup>21</sup> SB was measured by sitting time. Adolescents were asked to answer questions about time spent sitting during a day, including school time. Energy expenditure, duration and days per week related to PA and sitting time (minutes/week) were considered as main outcomes. Secondary outcomes were the adherence to the French Nutrition and Health Program (PNNS) PA guidelines<sup>22</sup> (adolescents engage in at least 1 hour of moderate to vigorous activity per day) and the WHO PA guidelines<sup>23</sup> (one hour of moderate to vigorous PA per day but with the additional requirement of engaging in vigorous activity at least 3 times per week).

**Outcomes: Eating Habits.** Eating habits were measured with the specifically designed Boire Manger Bouger (BMB; “Drinking, Eating, Moving”) self-reported questionnaire developed by the local school office of the Nancy-Metz academy.<sup>24</sup> It allowed calculating number of eating guidelines followed (fruits and vegetables, dairy products, starchy food, drinks, sugary foods, and number of meals).

**Outcomes: Anthropometric Data.** Weight and height were measured during follow-up visits by clinical research nurses. Body mass



<sup>a</sup> Entering in grade 10; <sup>b</sup> End of grade 11; PRALIMAP, PRomotion de l'ALIMENTation et de l'Activité Physique (Diet and Physical Activity Promotion).

<sup>c</sup> Students with complete data for Body Mass Index (BMI) at T0 and T2.

<sup>d</sup> Students who completed the international physical activity questionnaire (IPAQ) at T0 and T2.

<sup>e</sup> Students who didn't completed the IPAQ at T0 and/or T2.

<sup>f</sup> Students who received the screening and care strategy in association or not with others strategies (according to  $2 \times 2 \times 2$  factorial plan).

<sup>g</sup> Students who didn't received the screening and care strategy.

**Figure 1** — Flow chart of the study sample selection.

index (BMI) was calculated as weight/height<sup>2</sup> and used as continuous variable. The BMI *z*-score represents an age- and gender-specific BMI, according to the WHO BMI-for-age reference.<sup>25</sup>

**Others Variables: Sociodemographic Data.** Following sociodemographic variables were collected: gender, schooling (classic or advance placement at school, late placement at school), social and professional class of the family (executives, intermediate jobs, farmers or shopkeepers or craftsmen, managers, employees and workers, retired or unemployed or inactive), family composition (two parents, single parent), high school category (general or technological, vocational), school boarding status (nonboarder, half-boarder, full boarder), residence (urban, rural), administrative area (Meurthe-et-Moselle, Moselle, Meuse and Vosges), family income level (low or average, high), and at least 1 parent born outside of France (yes, no).

## Statistical Analysis

Study sample and noncompleters were compared on sociodemographic using Khi-2, *t* test, and multivariate logistic regression. To assess the impact of noncompleters, the 2-year BMI change in the original sample was analyzed including a triple interaction term (strategy-by-time-by-noncompleters). For the study sample, outcome changes between T0 and T2 were described as means  $\pm$  standard error (SE) for continuous and discrete variables and as percentages for categorical variables. Outcome changes (T2–T0) for each group (intervention group or control group) were analyzed using paired *t*-test (for continuous variables) or Mac Nemar Khi-2 test (for categorical variables). Comparisons of outcomes change between the intervention group and the control group were carried out using a 3-level hierarchical mixed model (repeated measurements, within students, within high schools). Each model was adjusted for the 2 others strategies (educational and environment), eating habits (number of guidelines followed), and potential confounding variables (sociodemographic variables). Strategy group, time, strategy-by-time and potential confounders were considered fixed effects, whereas high school was a random effect nested within the strategy group. PA outcomes were also adjusted for SB variables and vice versa. To see if the effectiveness of the screening and care strategy in BMI and BMI *z*-score reduction was partly mediated by PA and SB, BMI and BMI *z*-score change was adjusted for PA and SB variables. Statistical analysis involved the use of SAS 9.3 (SAS Inst., Cary, NC, USA).

## Results

The Table 1 compare study sample to noncompleters. In comparison with noncompleters, the study sample was more composed of girls, in general or technological high school, with classic or advance placement at school, having 2 parents, high family social and professional class, and high level of family income. After multivariate logistic regression analysis, only gender, schooling and family composition remained statistically significant. The triple interaction (strategy-by-time-by-PA noncompleters) in model analyzing BMI change in the original sample was not statistically significant ( $P = .94$  for BMI and  $P = .87$  for BMI *z*-score), which suggested that BMI change was not statistically different between the study sample and noncompleters.

The PA and SB change was observed between T0 and T2 in each group (intervention, control) and are presented in Table 2. There was a significant increase in global energy expenditure and duration of global PA for both groups (+76 minutes/week for screening and

+44 minutes/week for no-screening). This increase was mainly due to moderate PA (+56 minutes/week for screening and +18 minutes/week for no-screening) and slightly to vigorous PA (+16 minutes/week for screening and +21 minutes/week for no-screening). The intervention group was associated with statistically significant increase in the proportion of those achieving the PNNS PA guidelines (+5.9%,  $P = .002$ ). Sitting time significantly increased in the control group (+209 minutes/week,  $P < .0001$ ) while it remained unchanged in the intervention group (+15 minutes/week,  $P = .70$ ). No statistically significant change was observed for walking activities and number of eating guidelines followed in both the 2 groups.

The hierarchical mixed model analyses of PA and SB outcomes revealed more favorable changes in the intervention group. Compared to the control group, the intervention group had +58 minutes/week greater increase in global PA duration, +43 minutes/week greater increase in moderate PA duration, +0.3 days/week greater increase in number of days per week devoted to moderate PA and –198 minutes/week greater decrease in sitting time. The 2-year change in vigorous PA and walking did not differ between the 2 groups. No statistically significant increase in adolescent PA guidelines was observed. Nevertheless, students of the intervention group seemed to be more likely to achieve the PNNS PA guidelines than those of control group even if it was not statistically significant (OR = 1.3,  $P = .05$ ). There were no significant changes in PA and SB for the 2 others strategies: educational and environmental strategies (data not shown).

The impact of PA and SB on BMI and BMI *z*-score change is shown in Table 3. The effect size in the study sample was close to that observed in the original sample, nonetheless not statistically significant ( $\beta = -0.11$  vs.  $-0.11$  for BMI and  $\beta = -0.03$  vs.  $0.04$  for BMI *z*-score). BMI and BMI *z*-score reduction effect size decreased a little fewer than one-half when adjusted for PA ( $\beta = -0.07$  vs.  $-0.11$  for BMI,  $\beta = -0.01$  vs.  $-0.03$  for BMI *z*-score), SB ( $\beta = -0.06$  vs.  $-0.11$  for BMI,  $\beta = -0.01$  vs.  $-0.03$  for BMI *z*-score), and then both PA and SB ( $\beta = -0.06$  vs.  $-0.11$  for BMI,  $\beta = -0.01$  vs.  $-0.03$  for BMI *z*-score).

## Discussion

In this prospective study of 14- to 18-year-old north-eastern French students, the screening and care strategy (intervention) was more effective in increasing global and moderate PA and preventing an increase in SB compared with the no-screening strategy (control). These changes in PA and SB seemed to partly explain the effectiveness of the screening and care strategy in weight reduction, as suggested by the decrease in BMI and BMI *z*-score effect size when adjusted for PA, SB, and both PA and SB.

Taken together, the results of this study suggested evident effectiveness of the intervention in increasing PA in high school adolescents. These were consistent with the 6-month results of ICAPS which showed significant increase in adolescents leisure organized PA.<sup>9</sup> Similar results are known in the current literature.<sup>26–28</sup> A systematic review<sup>27</sup> showed that this kinds of interventions were associated with a 42% increase in participation in regular PA and an increase of 83 minutes/week in moderate to vigorous PA. These changes could be key indicators of behaviors in adulthood because healthy behaviors which are developed during adolescence tend to persist into adulthood.<sup>16</sup> Telama et al<sup>3</sup> showed that the level of PA of 9- to 18-year-olds significantly predicted adult PA, and continuous PA at school age considerably increased the probability of being active in adulthood.

**Table 1 Baseline Sociodemographic Characteristics Comparison Between Study Sample and Noncompleters**

	Noncompleters <sup>a</sup> %	Study sample <sup>b</sup> %		Multivariate	
	N = 1793	N = 1745	P <sup>c</sup>	OR <sup>d</sup> (95%CI)	P <sup>e</sup>
Age			<.0001*		-
Years (mean± SD)	15.3 ± 0.7	15.1 ± 0.6		-	
Gender			.006*		.01*
Boys	48.7	44.1		1	
Girls	51.3	55.9		1.2 (1.0, 1.4)	
Schooling (age entering grade 10)			<.0001*		<.0001*
Classic or advance placement at school (≤ 15 years)	66.6	76.7		1	
Late placement at school (> 15 years)	33.4	23.3		0.7 (0.6, 0.8)	
High school category			.02*		-
General and technological	86.2	88.8		-	
Vocational	13.8	11.2		-	
School boarding status			.80		-
Nonboarder	20.5	19.6		-	
Half-boarder	70.7	71.6		-	
Full boarder	8.8	8.9		-	
Family composition			.0008*		.02*
Two parents	82.9	87.0		1	
Single parent	17.1	13.0		0.8 (0.6, 0.9)	
Social and professional class of the family			.0005*		-
Executives, intermediate jobs, farmers, shopkeepers, craftsmen, managers	50.6	57.2		-	
Employees and workers (unskilled or skilled)	43.4	37.8		-	
Inactive (retired, unemployed)	6.0	5.0		-	
Family income level			.01*		-
Low or average	42	37.9		-	
High	58	62.1		-	
At least 1 parent born outside of France			.004*		-
No	81.6	85.2		-	
Yes	18.4	14.8		-	
Residence			.14		-
Urban	51.4	49.0		-	
Rural	48.6	51.0		-	
Administrative area of high school			.63		-
Meurthe-et-Moselle	30.7	30.9		-	
Moselle	38.8	40.0		-	
Meuse and Vosges	30.5	29.1		-	
Screening strategy			.11		-
No	49.2	51.9		-	
Yes	50.8	48.1		-	

<sup>a</sup> Noncompleters refers to students with T0 and T2 complete data for body mass index (BMI) but not for International physical activity questionnaire (IPAQ).

<sup>b</sup> Study sample was group of students with complete data for BMI and IPAQ.

<sup>c</sup> P-value of chi square test comparing sociodemographic characteristics of study sample and noncompleters ( $P \leq .2$  variables were selected for multivariate analyzes).

<sup>d</sup> OR expressed the adjusted probability of being a completer (study sample).

<sup>e</sup> P-value of multivariate logistic regression comparing the 2 samples on sociodemographic characteristics.

\* Statistically significant P-value ( $P < .05$ ).



**Table 2 Change in Physical Activity and Sedentary Behavior Between Screening and No-Screening High Schools**

	Intervention group <sup>a</sup>	Control group <sup>b</sup>	Difference of change	
	Mean (SE) <sup>c</sup> %	Mean (SE) <sup>c</sup> %	β/OR <sup>d</sup> (95%CI)	P <sup>e</sup>
Global physical activity				
Energy expenditure (MET·min/wk)				
T0	2987.6 (79.0)	3010.1 (82.6)		
T2–T0	367.4 (89.3)***	258.1 (88.4)**	250.0 (–73, 573)	.12
Time (min/wk)				
T0	530.1 (14.2)	531.0 (14.5)		
T2–T0	76.0 (17.2)***	43.9 (16.7)**	58.0 (–1, 116)	.05
Vigorous physical activity				
Energy expenditure (MET·min/wk)				
T0	1932.9 (61.4)	1942.4 (63.8)		
T2–T0	132.0 (63.1)*	170.5 (64.6)**	–8.0 (–245, 228)	.94
Time (min/wk)				
T0	241.6 (7.7)	242.8 (8.0)		
T2–T0	16.5 (7.9)*	21.3 (8.1)**	–1.0 (–31, 28)	.94
Days per week				
T0	2.5 (0.1)	2.5 (0.1)		
T2–T0	0.05 (0.1)	0.04 (0.1)	0.0 (–0.2, 0.2)	.97
Moderate physical activity				
Energy expenditure (MET·min/wk)				
T0	587.8 (27.7)	665.8 (28.8)		
T2–T0	223.1 (37.9)***	74.3 (37.7)*	<b>170.0 (50, 291)</b>	<b>.005</b>
Time (min/wk)				
T0	147.0 (6.9)	166.5 (7.2)		
T2–T0	55.8 (9.5)***	18.6 (9.4)*	<b>43.0 (12, 73)</b>	<b>.005</b>
Days per week				
T0	2.4 (0.1)	2.5 (0.1)		
T2–T0	0.5 (0.1)***	0.2 (0.1)*	<b>0.3 (0.1, 0.6)</b>	<b>.04</b>
Walking				
Energy expenditure (MET·min/wk)				
T0	466.9 (22.5)	401.9 (19.7)		
T2–T0	12.2 (27.8)	13.2 (25.3)	2.0 (–78, 82)	.96
Time (min/wk)				
T0	141.5 (6.8)	121.8 (6.0)		
T2–T0	3.7 (8.4)	4.0 (7.7)	1.0 (–24, 25)	.96
Days per week				
T0	5.3 (0.07)	4.8 (0.08)		
T2–T0	0.2 (0.1)*	0.1 (0.1)	0.1 (–0.2, 0.3)	.72
Adolescent physical activity guidelines				
PNNS guidelines adherence <sup>f</sup>				
T0	44.9%	44.6%		
T2–T0	5.9%**	2.0%	1.3 (0.9, 1.6)	.05
WHO guidelines adherence <sup>g</sup>				
T0	38.9%	38.1%		
T2–T0	2.4%	1.5%	1.0 (0.8, 1.3)	.76
Sedentary behavior				
Sitting time (Minute/week)				
T0	2766.3 (26.1)	2729.6 (23.6)		
T2–T0	15.4 (40.4)	209.3 (38.8)***	<b>–198.6 (–313.2, –83.9)</b>	<b>.0006</b>
Number of eating guidelines followed <sup>h</sup>				
T0	4.7 (0.05)	4.6 (0.04)		
T2–T0	–0.1 (0.05)	0.1 (0.04)	–0.1 (–0.3, 0.1)	.19

Abbreviations: T, time point: T0 (including period), T2 (end of the 2-year intervention period).

Note. Boldface indicates statistical significance ( $P < 0.05$ ).

<sup>a</sup> Screening and care strategy.

<sup>b</sup> No screening strategy.

<sup>c</sup> SE: standard error.

<sup>d</sup> Difference of 2-year change (Screening vs. no-screening) using a 3-level hierarchical mixed model and adjusted for potential confounding variables (β for continuous outcomes and OR for binary ones).

<sup>e</sup> P-value of the 2-year change between screening and no-screening high schools.

<sup>f</sup> French Nutrition and Health Program (PNNS: Program National Nutrition Santé) physical activity guidelines.

<sup>g</sup> World Health Organization physical activity guidelines.

<sup>h</sup> P-value of T2–T0 paired *t*-test (for continuous variables) or Mac Nemar test (for categorical variables) for screening and no-screening high schools: \*  $P < .05$ ; \*\*  $P < .01$ ; \*\*\*  $P < .0001$ .

**Table 3 The 2-Year Physical Activity (PA) and Sedentary Behavior (SB) Contribution to Adolescents Weight Reduction**

	BMI <sup>a</sup>				BMI z-score <sup>b</sup>			
	Original sample <sup>c</sup> (n = 3538)		Study sample <sup>d</sup> (n = 1745)		Original sample <sup>c</sup> (n = 3538)		Study sample <sup>d</sup> (n = 1745)	
	$\beta$ [95% CI] <sup>e</sup>	<i>P</i> <sup>f</sup>	$\beta$ [95% CI] <sup>e</sup>	<i>P</i> <sup>f</sup>	$\beta$ [95% CI] <sup>e</sup>	<i>P</i> <sup>f</sup>	$\beta$ [95% CI] <sup>e</sup>	<i>P</i> <sup>f</sup>
Without adjustments for PA and SB <sup>g</sup>	-0.11 [-0.21, -0.01]	.03*	-0.11 [-0.55, -0.34]	.63	-0.04 [-0.06, -0.01]	.01*	-0.03 [-0.16, 0.10]	.66
Adjusted for PA <sup>h</sup>	–	–	-0.07 [-0.51, 0.38]	.76	–	–	-0.01 [-0.14, 0.12]	.85
Adjusted for SB <sup>i</sup>	–	–	-0.06 [-0.55, 0.43]	.81	–	–	-0.01 [-0.15, 0.13]	.87
Adjusted for PA and SB <sup>j</sup>	–	–	-0.06 [-0.55, 0.43]	.80	–	–	-0.01 [-0.15, 0.13]	.86

<sup>a</sup> Body mass index.

<sup>b</sup> Age- and gender-specific BMI, according to the World Health Organization BMI-for-age reference.

<sup>c</sup> Students with complete data for BMI at the inclusion (T0) and the end (T2) periods.

<sup>d</sup> Students with complete data for BMI and International Physical Activity Questionnaire at T0 and T2.

<sup>e</sup> Difference of 2-year change between intervention and control groups adjusted for potential confounding variables:  $\beta$  = effect size; 95% CI = 95% Confident Interval.

<sup>f</sup> *P*-value of the 2-year change between intervention (screening and care) and control groups.

<sup>g</sup> Effectiveness of screening strategy without adjustment for physical activity (PA) and sedentary behavior (SB).

<sup>h</sup> Effectiveness of screening strategy adjusted for physical activity (PA) in the study sample.

<sup>i</sup> Effectiveness of screening strategy adjusted for sedentary behavior (SB) in the study sample.

<sup>j</sup> Effectiveness of screening strategy adjusted for physical activity (PA) and sedentary behavior (SB) in the study sample.

\* Statistically significant *P*-value (*P* < .05).

Students in intervention group seemed more likely to achieve the PNNS PA guidelines. However, this was not true for the WHO guidelines. The WHO guidelines include the PNNS guidelines but with the additional requirement of engaging in vigorous activity at least 3 times per week. This result was not surprising given that the program was aimed at students who originally engaged in little PA, so it could not be expected that these students would make a direct transition to vigorous PA, as required by the WHO guidelines. It would be appropriate for them to start with smaller amounts of PA and gradually increase duration, frequency, and intensity as a stepping stone to meeting the guidelines. Furthermore, PNNS PA guidelines seemed to be appropriate for the prevention of excess of body fat in European adolescents<sup>29</sup> and it increase was associated with lower weight gain.<sup>30</sup>

The intervention group was less sedentary at the 2-year follow up than the control group. The intervention group students did not increase their sitting time while it continued to increase for others. It therefore appears that SB may increase during adolescence and interventions should aim to stop or reduce this increase. It has been shown that a school-age program could help in reducing high levels of SB.<sup>9</sup> In this study, SB time was collected globally without making difference between school time and recreational screening time. Even if SB is known to be globally associated with health risk,<sup>31</sup> it would be particular interesting to distinguish types of adolescent SB because they are not uniform<sup>32</sup> and adolescent screening time is associated with cardio-metabolic risk while overall volume and patterns of SB are not.<sup>33,34</sup>

The intervention was effective to simultaneously increase PA and reduce SB. This result was interesting because the combination of a longitudinal increase in PA and a decrease in SB could have a cumulative effect<sup>35</sup> on weight gain and loss dynamics, given that PA had negative correlation with overweight whereas SB had a positive correlation.<sup>36</sup> This cumulative effect could have physical health benefits such as heart diseases and metabolic risk prevention.<sup>37</sup>

The effectiveness of the intervention on BMI and BMI z-score change was reduced when adjusted for PA and SB, suggesting that it was partly mediated by changes in PA and SB. Effect of PA and SB were quite similar in BMI and BMI z-score reduction. Even if the original assumption regarding BMI and BMI z-score change was based on the concept of the energy balance (energy intake represented by eating habits and energy expenditure represented by PA and SB), the result confirmed that PA and SB are important components of adolescents overweight and obesity prevention.<sup>38</sup> With the exception of a few studies,<sup>39</sup> most studies<sup>7,12,40</sup> showed the same results with important health benefits.<sup>40</sup> Conversely, not significant change was observed for eating habits which didn't mean that no change could occurred in caloric intake.

Noncompleters belong to lower social categories (as shown in Table 1); this suggests that those in higher social categories were more likely to participate and remain engaged in longitudinal school-based interventions, which may worsen social health inequalities. Then, it seems of prime importance that this kind of intervention take into account socioeconomic factors to improve participation and effectiveness. That is what is done in the ongoing project on overweight management and social inequalities: PRALIMAP- INES (clinical trial: NCT01688453).

The main limitations of this study lied in the use of subjective data collection method (self-reported questionnaire) and the large number of missing data. It resulted in possibly reporting bias and power loss and then explained that BMI and BMI z-score change effect size in the study sample was no longer statistically significant. This large number of missing data related to IPAQ raised the issue

about using this questionnaire in school-age adolescents. Even if the validity of the IPAQ was studied for individuals between 15 and 69 years old, the complexity of the questions generated missing data. Some authors has later proposed an adolescent adapted questionnaire (IPAQ-A)<sup>20</sup> which can help to avoid this problem in future studies.

The major strength of this study was the combined use of PA and SB to analyze the effectiveness of a school-based intervention on overweight and obesity prevention. Usually, interventions programs for overweight prevention are evaluated either on weight loss<sup>12</sup> or PA and SB change<sup>10</sup> without systematically making direct relationship. This study highlighted the potential mediation effect of PA and SB in weight reduction. The multicenter and longitudinal design of PRALIMAP trial contributed to the strength of this study.

## Conclusions

This study provided evidence that a screening and care strategy was an effective strategy for BMI and BMI z-score reduction among adolescents and could specifically encourage an increase PA and decrease SB. It also suggested that the impact of a screening and care strategy on BMI and BMI z-score reduction was partly mediated by PA and SB. These results confirm that PA and SB are essential components to consider in adolescent public health overweight prevention programs. Further analyses will look at interaction between PA, SB, and eating habits.

## Acknowledgments

The PRALIMAP trial group thanks all those who, through their various implications, led to the implementation of this project. These contributions were mentioned elsewhere.<sup>17,18</sup> Special thanks to Laura SAEZ for her contribution to edition and English revision of this paper. This study is registered at [www.clinicaltrials.gov](http://www.clinicaltrials.gov) (N° NCT00814554).

## References

1. Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev.* 2004;5(Suppl 1):4–104. doi:10.1111/j.1467-789X.2004.00133.x. PubMed
2. Milligan RA, Burke V, Beilin LJ, et al. Health-related behaviours and psycho-social characteristics of 18 year-old Australians. *Soc Sci Med.* 1997;45(10):1549–1562. PubMed doi:10.1016/S0277-9536(97)00092-0
3. Telama R, Yang X, Viikari J, Välimäki I, Wanne O, Raitakari O. Physical activity from childhood to adulthood: a 21-year tracking study. *Am J Prev Med.* 2005;28(3):267–273. doi:10.1016/j.amepre.2004.12.003. PubMed
4. 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):474–488. doi:10.1111/j.1467-789X.2008.00475.x. PubMed
5. Pi-Sunyer X. The medical risks of obesity. *Postgrad Med.* 2009;121(6):21–33. doi:10.3810/pgm.2009.11.2074. PubMed
6. Viner RM, Cole TJ. Adult socioeconomic, educational, social, and psychological outcomes of childhood obesity: a national birth cohort study. *BMJ.* 2005;330(7504):1354. doi:10.1136/bmj.38453.422049.E0. PubMed
7. Sigmund E, El Ansari W, Sigmundová D. Does school-based physical activity decrease overweight and obesity in children aged 6–9 years? A two-year non-randomized longitudinal intervention study in the Czech Republic. *BMC Public Health.* 2012;12:570. doi:10.1186/1471-2458-12-570. PubMed

8. Magnusson KT, Sigurgeirsson I, Sveinsson T, Johannsson E. Assessment of a two-year school-based physical activity intervention among 7-9-year-old children. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2011;8:138. doi:10.1186/1479-5868-8-138. PubMed
9. Simon C, Wagner A, DiVita C, et al. Intervention centered on adolescents' physical activity and sedentary behaviour (ICAPS): concept and 6-month results. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004;28(Suppl 3):S96–S103. doi:10.1038/sj.ijo.0802812. PubMed
10. Metcalf B, Henley W, Wilkin T. Effectiveness of intervention on physical activity of children: systematic review and meta-analysis of controlled trials with objectively measured outcomes (EarlyBird 54). *BMJ.* 2012;345:e5888. PubMed doi:10.1136/bmj.e5888
11. Haerens L, Deforche B, Maes L, Cardon G, Stevens V, De Bourdeaudhuij I. Evaluation of a 2-year physical activity and healthy eating intervention in middle school children. *Health Educ Res.* 2006;21(6):911–921. doi:10.1093/her/cyl115. PubMed
12. Gonzalez-Suarez C, Worley A, Grimmer-Somers K, Dones V. School-based interventions on childhood obesity: a meta-analysis. *Am J Prev Med.* 2009;37(5):418–427. doi:10.1016/j.amepre.2009.07.012. PubMed
13. Brown T, Summerbell C. Systematic review of school-based interventions that focus on changing dietary intake and physical activity levels to prevent childhood obesity: an update to the obesity guidance produced by the National Institute for Health and Clinical Excellence. *Obes Rev.* 2009;10(1):110–141. doi:10.1111/j.1467-789X.2008.00515.x. PubMed
14. Saunders TJ, Chaput J-P, Goldfield GS, et al. Children and youth do not compensate for an imposed bout of prolonged sitting by reducing subsequent food intake or increasing physical activity levels: a randomised cross-over study. *Br J Nutr.* 2014;111(4):747–754. doi:10.1017/S000711451300295X. PubMed
15. Taveras EM, Field AE, Berkey CS, et al. Longitudinal relationship between television viewing and leisure-time physical activity during adolescence. *Pediatrics.* 2007;119(2):e314–e319. doi:10.1542/peds.2005-2974. PubMed
16. Videon TM, Manning CK. Influences on adolescent eating patterns: the importance of family meals. *J Adolesc Health.* 2003;32(5):365–373. PubMed doi:10.1016/S1054-139X(02)00711-5
17. Brianc¸on 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. doi:10.1186/1745-6215-11-119. PubMed
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(1):30–39. doi:10.1016/j.amepre.2012.09.055. PubMed
19. Craig CL, Marshall AL, Sj¸str¸m M, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(8):1381–1395. doi:10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB. PubMed
20. Hagstr¸mer M, Bergman P, De Bourdeaudhuij I, et al. Concurrent validity of a modified version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ-A) in European adolescents: The HELENA Study. *Int J Obes.* 2008;32(Suppl 5):S42–S48. doi:10.1038/ijo.2008.182. PubMed
21. IPAQ scoring protocol - International Physical Activity Questionnaire. Available at: <https://sites.google.com/site/theipaq/scoring-protocol>. Accessed February 6, 2013.
22. Hercberg S. Le programme national nutrition sant¸ (PNNS). *Arch Pediatr.* 2003;10(Supplement 1):s54–s56 doi:10.1016/S0929-693X(03)90380-0.
23. WHO | Global Recommendations on Physical activity for Health. WHO. Available at: [http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_recommendations/en/index.html](http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/index.html). Accessed October 22, 2013.
24. P¸le Acad¸mique de Soutien à l'Innovation - PASI Nancy-Metz. Available at: <http://www4.ac-nancy-metz.fr/pasi/spip.php?article656>. Accessed January 20, 2014.
25. De Onis M, 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):660–667. PubMed doi:10.2471/BLT.07.043497
26. Dobbins M, Husson H, DeCorby K, LaRocca RL. School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;2:CD007651. PubMed
27. Van Sluijs EMF, McMinn AM, Griffin SJ. Effectiveness of interventions to promote physical activity in children and adolescents: systematic review of controlled trials. *Br J Sports Med.* 2008;42(8):653–657. PubMed
28. Fr¸meaux AE, Mallam KM, Metcalf BS, Hosking J, Voss LD, Wilkin TJ. The impact of school-time activity on total physical activity: the activity stat hypothesis (EarlyBird 46). *Int J Obes.* 2011;35(10):1277–1283. doi:10.1038/ijo.2011.52. PubMed
29. Martinez-Gomez D, Ruiz JR, Ortega FB, et al. Recommended levels of physical activity to avoid an excess of body fat in European adolescents: the HELENA Study. *Am J Prev Med.* 2010;39(3):203–211 doi:10.1016/j.amepre.2010.05.003. PubMed
30. Fisher A, Hill C, Webber L, Purslow L, Wardle J. MVPA is associated with lower weight gain in 8-10 year old children: a prospective study with 1 year follow-up. *PLoS One.* 2011;6(4):e18576 doi:10.1371/journal.pone.0018576. PubMed
31. Owen N, Sparling PB, Healy GN, Dunstan DW, Matthews CE. Sedentary behavior: emerging evidence for a new health risk. *Mayo Clin Proc.* 2010;85(12):1138–1141. doi:10.4065/mcp.2010.0444. PubMed
32. Coombs N, Shelton N, Rowlands A, Stamatakis E. Children's and adolescents' sedentary behaviour in relation to socioeconomic position. *J Epidemiol Community Health.* 2013;67(10):868–74. doi:10.1136/jech-2013-202609. PubMed
33. Carson V, Janssen I. Volume, patterns, and types of sedentary behavior and cardio-metabolic health in children and adolescents: a cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2011;11:274 doi:10.1186/1471-2458-11-274. PubMed
34. Chaput J-P, Saunders TJ, Mathieu M-È, et al. Combined associations between moderate to vigorous physical activity and sedentary behaviour with cardiometabolic risk factors in children. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2013;38(5):477–483. doi:10.1139/apnm-2012-0382. PubMed
35. Eisenmann JC, Bartee RT, Smith DT, Welk GJ, Fu Q. Combined influence of physical activity and television viewing on the risk of overweight in US youth. *Int J Obes.* 2008;32(4):613–618. doi:10.1038/sj.ijo.0803800. PubMed
36. Lioret S, Maire B, Volatier J-L, Charles M-A. Child overweight in France and its relationship with physical activity, sedentary behaviour and socioeconomic status. *Eur J Clin Nutr.* 2007;61(4):509–516. PubMed
37. Ekelund U, Brage S, Froberg K, et al. TV viewing and physical activity are independently associated with metabolic risk in children: the European Youth Heart Study. *PLoS Med.* 2006;3(12):e488. doi:10.1371/journal.pmed.0030488. PubMed
38. Al-Haifi AR, Al-Fayez MA, Al-Athari BI, et al. Relative contribution of physical activity, sedentary behaviors, and dietary habits to the prevalence of obesity among Kuwaiti adolescents. *Food Nutr Bull.* 2013;34(1):6–13. PubMed
39. Harris KC, Kuramoto LK, Schulzer M, Retallack JE. Effect of school-based physical activity interventions on body mass index in children: a meta-analysis. *CMAJ.* 2009;180(7):719–726. doi:10.1503/cmaj.080966. PubMed
40. Beauchamp MR. Myths, presumptions, and facts about obesity. *N Engl J Med.* 2013;368(23):2235–2236. PubMed

### **RÉSUMÉ DES RÉSULTATS DE L'AXE 3**

#### **Efficacité du programme sur l'augmentation de l'activité physique et la réduction de la sédentarité**

- La stratégie de dépistage et de prise en charge du surpoids en milieu scolaire a entraîné une augmentation de l'activité physique globale (1 h/semaine d'activité physique en plus).
- Cette augmentation est essentiellement liée à l'augmentation de l'activité physique modérée.
- Cette stratégie (dépistage et prise en charge du surpoids) est aussi associée à une réduction importante du temps de sédentarité (environ 3h20 min/semaine)

#### **Impact des changements d'activité physique et de sédentarité sur la réduction du surpoids**

- L'efficacité de la stratégie de dépistage et de prise en charge du surpoids sur la réduction du surpoids est en partie liée aux changements de comportements sédentaires et d'activité physique (environ 50% de la réduction pondérale est liée à l'augmentation de l'activité physique et à la réduction de la sédentarité).

## **4 PARTIE 4 : DISCUSSION**

---

### **4.1 Principaux résultats**

Les résultats de cette thèse ont permis de mettre en évidence des éléments pouvant améliorer la compréhension des comportements d'activité physique et de sédentarité et leur impact sur la santé aussi bien chez les adolescents que chez les adultes. L'ensemble des travaux ont été réalisés suivant trois axes de recherche : identification des facteurs associées à l'activité physique et à la sédentarité (axe 1), détermination de leur impact sur la santé (axe 2) et évaluation de l'efficacité d'une intervention visant à améliorer l'état de santé à travers une augmentation de l'activité physique et une réduction de la sédentarité (axe 3). L'activité physique et la sédentarité ont été considérées dans ce travail comme des comportements complexes (le caractère multidimensionnel, ne se résumant pas seulement à une durée de pratique), différents (une sédentarité importante ne traduit pas toujours une absence d'activité physique) mais non indépendants (l'activité physique et la sédentarité sont corrélées de même que leurs effets sur la santé).

#### **4.1.1 Axe 1: Facteurs associés à l'activité physique et à la sédentarité**

Les facteurs associés à l'activité physique et à la sédentarité peuvent être de natures diverses.

Chez les adolescents, l'analyse des données a confirmé le fait que la dépense énergétique totale liée à l'activité physique et la durée totale du temps passé assis sont insuffisantes comme indicateurs de mesure de l'activité physique et de la sédentarité. En utilisant la dépense énergétique totale, aucun des facteurs étudiés n'était significativement associé à l'activité physique aussi bien chez les filles que chez les garçons. Il en était de

même pour le temps total passé assis. Cependant, la mise en exergue du caractère multidimensionnel de l'activité physique tenant compte à la fois de l'intensité d'activité physique (intense, modérée et marche) et de son contexte de pratique (activité physique de loisirs, transport actif) a permis d'identifier des facteurs associés. L'un des facteurs qui était associé à la plupart des indicateurs d'activité physique aussi bien chez les filles que chez les garçons, était la perception que l'adolescent avait du niveau d'activité physique de ses parents. Ce résultat renforce l'idée que l'environnement familial en général, la pratique et l'émulation parentale vis-à-vis de l'activité physique en particulier, influencent grandement la pratique des adolescents.

Chez les adultes, la combinaison de l'activité physique (intensité et contexte de pratique) et de la sédentarité a permis d'identifier cinq profils comportementaux différents en population générale française. Les trois premiers profils se caractérisaient par un niveau d'activité physique globale équivalent et se différenciaient par les contextes de pratique (loisirs, professionnel et transport actif) et le temps total passé assis. Les deux derniers profils étaient caractérisés par une part importante de l'activité physique professionnelle et un temps de sédentarité plutôt faible. Ce résultat représente un argument supplémentaire sur le fait que l'activité physique et la sédentarité sont deux comportements différents (on peut avoir un même niveau d'activité physique et avoir des niveaux de sédentarité différents et vice-versa).

L'activité physique et la sédentarité sont fortement liées aux facteurs socioéconomiques chez les adultes. Les catégories socioéconomiques les moins favorisées (profils 4 et 5) ont un niveau d'activité physique globale élevé lié essentiellement à l'activité physique

professionnelle tandis que les catégories sociales les plus favorisées (profil 3) ont un niveau d'activité faible (avec une part importante d'activité physique de loisirs) et une sédentarité très élevée.

La majorité des adultes n'atteignait pas le niveau global d'activité physique recommandé pour la santé et parmi ceux qui atteignaient ce niveau on notait une part importante d'activité physique professionnelle (activité physique contrainte). Ce qui pose la question de la pertinence d'émettre les recommandations en se basant sur l'activité physique globale. En effet, si l'activité physique est considérée comme un élément pouvant influencer positivement l'état de santé, on peut légitimement se demander si une activité physique pratiquée dans un contexte professionnel (activité contrainte) a le même impact sur la santé qu'une activité physique pratiquée dans un cadre de loisirs. Cet aspect de la question sur le rôle du contexte de pratique dans l'analyse des liens entre l'activité physique, la sédentarité et l'état de santé a été investigué dans l'axe 2 de cette thèse.

L'ensemble de ces résultats, observés chez les adolescents comme chez les adultes, renforcent le caractère multidimensionnel de l'activité physique et de la sédentarité avec des facteurs associés qui peuvent être différents selon les dimensions. Cette situation pose la question de la façon dont sont mesurées actuellement l'activité physique et surtout la sédentarité (qui se résume souvent à la seule mesure du temps total passé assis). L'identification des facteurs socioéconomiques associés à des profils d'activité physique et de sédentarité permet d'envisager des interventions beaucoup plus ciblées sur des groupes d'individus ayant des comportements similaires.



#### **4.1.2 Axe 2 : Impact de l'activité physique et de la sédentarité sur la santé**

A partir des données issues des différentes bases, nous avons pu analyser l'impact de l'activité physique et de la sédentarité sur l'état de santé notamment la QVLS. Ces analyses ont été faites en mettant l'accent sur différents aspects de cette question : la prise en compte simultanée de l'activité physique et de la sédentarité afin de mesurer les effets propres et communs aux deux comportements sur la QVLS ; l'influence du contexte de pratique sur les relations entre l'activité physique, la sédentarité et la QVLS ; le caractère bidirectionnel ou non des relations entre l'activité physique, la sédentarité et la QVLS.

Les résultats de cette partie confirment le fait que l'activité physique est un facteur d'amélioration de la QVLS à tout âge (plus le niveau d'activité physique est élevé, meilleure est la QVLS) tandis que la sédentarité est un facteur de détérioration de la QVLS (un temps de sédentarité important était associé à une moins bonne QVLS). Même si l'impact de l'activité physique sur la QVLS semblait plus important que celui de la sédentarité, les effets positifs de l'activité physique sur la QVLS étaient en partie contrebalancés par les effets délétères de la sédentarité.

Dans l'analyse des relations entre l'activité physique, la sédentarité et la QVLS, la prise en compte du contexte de pratique semblait être un élément essentiel d'affinement des résultats. Lorsqu'on considère l'activité physique et la sédentarité dans leur globalité, les résultats montraient un effet bénéfique de l'activité physique et un effet délétère de la sédentarité sur la QVLS. Cependant, les analyses en fonction des contextes de pratiques ont montré que les relations étaient beaucoup plus complexes. L'activité physique pratiquée dans un contexte de loisirs avait un impact plus important sur la QVLS que celle pratiquée

dans le cadre professionnel. De plus, quel que soit le niveau global d'activité physique, le fait de pratiquer une activité physique de loisirs était associé à un gain supplémentaire de QVLS. De la même façon, nous avons pu observer que toutes les formes de sédentarité n'étaient pas délétères pour la QVLS. Si les activités sédentaires correspondant au temps passé devant un écran de télévision ou d'ordinateur étaient associées à une moins bonne QVLS, le temps de lecture était plutôt associé à une meilleure QVLS.

Nous avons également montré dans cette partie que, chez les adolescents, la relation entre l'activité physique et la QVLS était cumulative et bidirectionnelle alors que celle entre la sédentarité et la QVLS était cumulative mais unidirectionnelle. La nature cumulative traduit le fait que plus le niveau d'activité physique était élevé, plus la QVLS était élevée, et plus ce niveau élevé était constant dans le temps, encore meilleure était la QVLS. Le caractère bidirectionnel se traduit par le fait qu'une bonne QVLS était aussi bien une cause qu'une conséquence d'un niveau d'activité physique élevé. La relation entre la sédentarité et la QVLS chez les adolescents était de nature cumulative mais unidirectionnelle (une QVLS moins élevée était plus la conséquence que la cause d'une sédentarité élevée). Chez les adultes, les résultats similaires étaient observés mais avec des variations liées à la prise en compte des contextes de pratiques. La relation bidirectionnelle était observée entre l'activité physique de loisirs et la QVLS tandis qu'elle était unidirectionnelle pour l'activité physique professionnelle. Ce résultat pour l'activité physique professionnelle peut s'expliquer par le « biais des travailleurs en bonne santé » ou « healthy worker effect » (ceux qui ont une activité physique professionnelle élevée sont ceux ayant une bonne QVLS) (240).

#### **4.1.3 Axe 3 : Efficacité d'une intervention**

Cette partie nous a permis de tester l'hypothèse selon laquelle l'amélioration des comportements d'activité physique et de sédentarité constitue un levier important de l'efficacité d'une intervention visant à améliorer l'état de santé à travers la réduction du surpoids et de l'obésité. L'essai PRALIMAP a montré qu'une stratégie de dépistage et de prise en charge structurée était la plus efficace en matière de réduction du surpoids et de l'obésité en milieu scolaire (101). Nos analyses ont également montré que cette stratégie était efficace pour augmenter de l'activité physique et la réduire de la sédentarité et que ces changements contribuaient à expliquer environ 50% de la réduction de la corpulence (IMC, z-score de l'IMC).

## **4.2 Forces et limites**

Les forces de ce travail résident principalement dans le grand nombre de sujets et de variables considérées dans chacune des bases de données utilisées (de 1745 à 5000 sujets selon les échantillons analysés), la durée de suivi des études longitudinales (2 ans pour PRALIMAP et 10 ans pour SUVIMAX) et la cohérence des résultats obtenus.

Néanmoins ce travail présente des limites :

### **4.2.1 La mesure de l'activité physique et de la sédentarité**

#### **4.2.1.1 Utilisation des questionnaires et leurs limites**

L'activité physique et la sédentarité ont été mesurées dans les différentes enquêtes et essais à partir de questionnaires. L'utilisation des questionnaires pour mesurer l'activité physique et la sédentarité est sujette à un certain nombre de biais notamment des biais de mémorisation et de classement (241). En effet, interroger des individus sur leur durée de pratique d'activité physique ou de temps passé assis antérieur (la semaine précédente voire les douze derniers mois) fait forcément appel à leurs capacités à se rappeler des comportements antérieurs avec une précision importante et dépend fortement de leurs capacités cognitives. De plus, interroger des individus sur des comportements « de santé » peut aboutir à une surestimation des comportements « vertueux » ou à une sous-estimation des comportements « vicieux » (biais de désirabilité sociale). Il est connu que l'utilisation des questionnaires conduit à une sous-estimation de l'activité physique et de la sédentarité (242).

Cependant, l'utilisation des questionnaires reste à ce jour le moyen le plus efficient et le plus répandu pour la mesure de l'activité physique et de la sédentarité dans les études et

enquêtes à base populationnelle. Ceci est lié au fait que les autres méthodes (méthodes électroniques : podomètres, accéléromètres, ...) n'ont pas fait la preuve de leur supériorité par rapport aux questionnaires alors qu'elles sont moins coût-efficaces (243,244). Les questionnaires sont aussi construits et structurés dans le but de minimiser ces différents biais. L'ensemble des questionnaires utilisés dans cette thèse a fait l'objet de validation par l'étude de leurs propriétés psychométriques.

#### **4.2.1.2 Non utilisation des méthodes « objectives »**

Dans l'ensemble des enquêtes et études utilisées dans cette thèse, la mesure de l'activité physique et de la sédentarité n'a pas été faite à partir des méthodes dites « objectives ». De par leur qualification « d'objectives » par opposition aux questionnaires qui sont considérés comme « subjectifs », ces méthodes sont en général supposées de meilleure qualité comparées aux questionnaires. Elles ont l'avantage d'être plus sensibles à la détection de petites variations de pratiques (245) et elles permettent de détecter les mouvements selon différents plans (vertical, horizontal, oblique ...) (246).

Le fait de les considérer comme « objectives » fait qu'elles sont automatiquement supposées de meilleure qualité et donc d'utilisation plus indiquée par rapport aux questionnaires. De nombreuses études ont été menées dans le but de comparer la validité et la fiabilité de ces deux méthodes de mesure de l'activité physique et de la sédentarité (33,244). Si la tendance habituelle est à l'opposition systématique de ces deux méthodes, il ressort de ces différentes études qu'elles sont plutôt complémentaires et apportent des informations différentes (244,247). La pertinence du choix de l'une ou l'autre de ces méthodes repose non pas sur leurs caractères « objectifs ou non » mais plutôt sur d'autres critères beaucoup plus pertinents. À partir d'un cadre conceptuel mettant en exergue le caractère complexe et multidimensionnel de l'activité physique et de la sédentarité, Pettee Gabriel *et al.* (34) ont proposé quatre grands critères permettant le choix de la méthode de mesure de l'activité physique et de la sédentarité la plus appropriée (**Figure 8**) : les caractéristiques de l'étude (schéma de l'étude), la population d'étude (population cible), l'instrument à utiliser et les

caractéristiques de l'activité que l'on veut mesurer. Dans le même ordre d'idée, Sternfeld *et al.* (248) ont proposé une liste de 10 questions auxquelles il faut répondre afin de choisir l'instrument de mesure le plus adapté. Comme on peut le constater, la supériorité absolue des méthodes « objectives » n'est pas démontrée et le choix de la méthode adéquate dépend de plusieurs paramètres. La complexité des comportements d'activité physique et de sédentarité implique la nécessité de recourir à des mesures plus complètes par combinaison de ces deux méthodes, qui apporte chacune une information de nature différente (aucune méthode n'est suffisante à elle seule) (247). Les méthodes « objectives » permettent d'apporter des informations plus précises sur la quantité d'activité physique et de sédentarité ainsi que sur les aspects physiologiques liés à ces comportements. Les questionnaires permettent d'appréhender les domaines, contextes et objectifs de pratiques d'activité physique et de sédentarité. Par conséquent, le défi actuel n'est pas de choisir la meilleure méthode mais plutôt de trouver la combinaison optimale des deux méthodes afin d'améliorer la compréhension de ces comportements (**Figure 9**) (247).

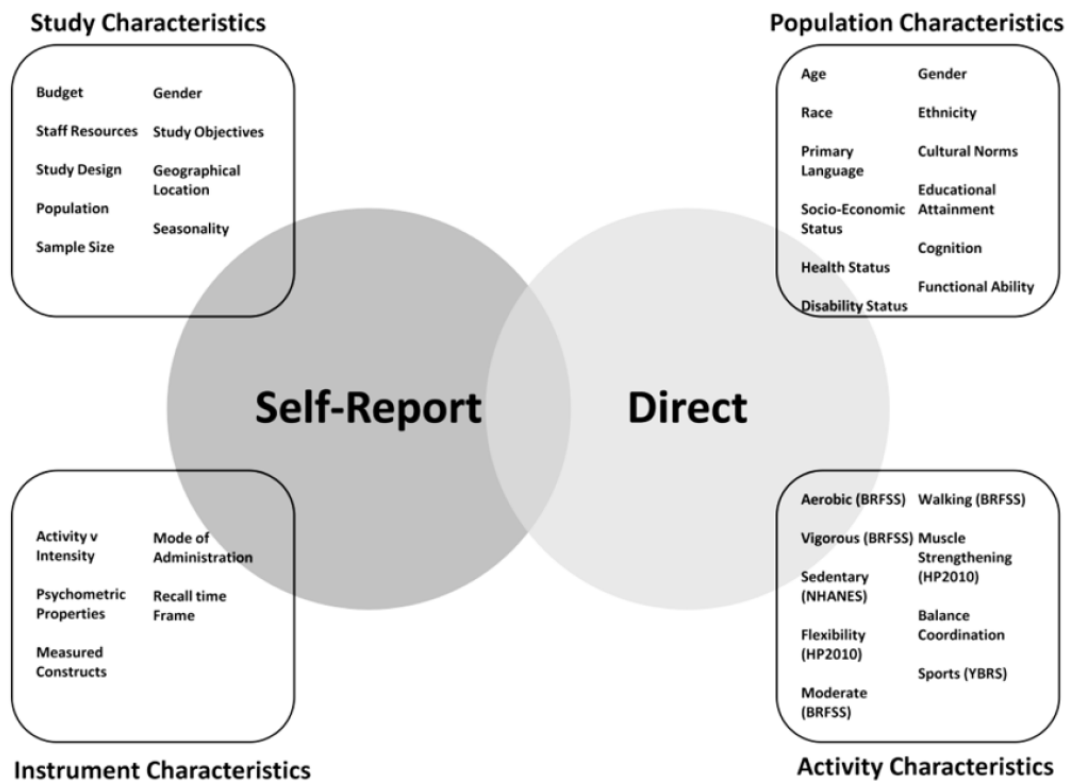


Figure 8 : Aspects méthodologiques pouvant impacter la mesure de l'activité physique et de la sédentarité.

Pettee Gabriel *et al.* (34)

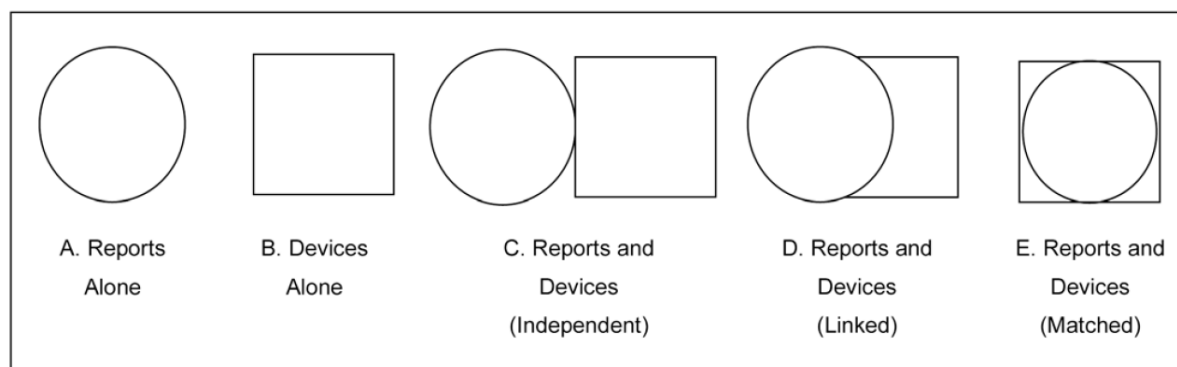


Figure 9 : Approches pour la mesure de l'activité physique et de la sédentarité par questionnaire et par méthode électronique

Troiano *et al.* (247)

#### **4.2.1.3 Non utilisation de questionnaires spécifiques de la sédentarité**

La reconnaissance de la sédentarité comme un comportement différent de l'activité physique est à l'origine du développement de questionnaires spécifiques de la sédentarité (24,26). Les questionnaires utilisés dans les différentes études de cette thèse sont essentiellement des questionnaires d'activité physique intégrant des questions sur la sédentarité qui reste insuffisantes pour mesurer la sédentarité dans toute sa complexité. Même si ces questions nous ont permis d'avoir des éléments importants sur la sédentarité et son impact sur la santé, l'utilisation de questionnaires ou autres outils spécifiques de la sédentarité, qui prennent en compte le caractère complexe de ce comportement aurait été d'un apport non négligeable.

#### **4.2.2 L'utilisation des indicateurs indirects de santé**

Dans les axes 2 et 3 de cette thèse, nous avons pu analyser l'impact de l'activité physique et de la sédentarité sur la santé en utilisant comme indicateurs la QVLS et le surpoids. La QVLS et le surpoids sont des indicateurs plutôt indirects de l'état de santé. Le surpoids et l'obésité sont des facteurs de risques de pathologies comme les maladies cardiovasculaires et les cancers mais ne correspondent pas directement à des états pathologiques. De la même façon, la QVLS indique une perception d'un état de santé qui peut ne pas correspondre en tout point à un état de santé réel. Dans ce sens, il aurait été intéressant de pouvoir analyser l'impact de l'activité physique et de la sédentarité sur certaines pathologies. Cela aurait permis une comparaison des impacts de ces comportements sur les indicateurs directs et indirects de l'état de santé.



## **5 PARTIE 5 : PERSPECTIVES**

---

Ce travail de thèse apporte des éléments de compréhension des comportements d'activité physique et de sédentarité en population générale en confirmant certains résultats qui ont déjà été observés dans d'autres études mais aussi en apportant des éléments nouveaux. Ces résultats permettent également de se poser un certain nombre de questions ouvrant ainsi sur des perspectives intéressantes aussi bien sur le plan de la recherche que de la santé publique.

### **5.1 Perspectives de santé publique**

#### **5.1.1 Vers un universalisme proportionné comme approche ?**

La réduction des inégalités sociales de santé constitue l'un des enjeux majeurs des politiques de santé publique actuelles car ces inégalités ne concernent pas seulement les groupes en marge de la société mais traversent la société dans son ensemble, créant un « gradient social » structurel. Ces inégalités sociales de santé ont tendance à stagner, voire s'aggraver, aboutissant à un déséquilibre social et sociétal important. Une récente expertise collective de l'INSERM (249) a montré des liens entre l'alimentation, l'activité physique et les inégalités sociales de santé. La réduction de ces inégalités passe par la mise en place de politiques de prévention et d'interventions adaptées.

Les politiques de prévention et les interventions peuvent être classées en trois grandes catégories d'approches : l'approche universelle (les actions de prévention s'adressent à l'ensemble des personnes d'une population donnée sans distinction), l'approche ciblée (les actions ciblent un groupe plus ou moins clairement défini au sein d'une population donnée)

et l'approche de l'universalisme proportionné (les actions s'adressent à l'ensemble des personnes d'une population donnée mais l'intensité est proportionnelle aux besoins de chaque personne ou groupe de personnes). Les politiques de prévention ou les interventions peuvent parfois aboutir à des résultats contraires en aggravant les inégalités. Ces actions profitent souvent beaucoup plus aux catégories sociales les plus favorisées lorsqu'elles sont basées sur une approche universelle.

Dans l'objectif de réduction des inégalités sociales de santé, l'approche de l'universalisme proportionné paraît la plus adaptée. Mais son application implique deux conditions majeures : pouvoir identifier les groupes de personnes ayant des besoins identiques et pouvoir déterminer l'intensité adéquate des actions ciblant chaque groupe. L'identification et la caractérisation socioéconomiques des profils d'activité physique et de sédentarité en population générale dans cette thèse contribuent grandement à cette première condition. Cela a permis d'identifier des groupes de personnes pouvant être caractérisés par des comportements similaires en activité physique et en sédentarité donnant une idée des besoins en termes de promotion d'activité physique et de réduction de sédentarité.

La détermination de l'intensité adéquate des actions ciblées sur l'activité physique et le comportement sédentaire pour la réduction des inégalités sociales de santé reste pour l'instant peu investiguée et demeure une question de recherche primordiale (cf. perspectives de recherche).

## **5.2 Perspectives de recherche**

### **5.2.1 Activité physique et sédentarité : leviers pour la réduction des inégalités sociales de santé ?**

Les résultats de l'axe 3 (efficacité d'une intervention) nous ont montré que la réduction du surpoids liée à la stratégie de dépistage et de prise en charge était en partie expliquée par les changements de comportements notamment une augmentation de l'activité physique et une réduction de la sédentarité. Du point de vue de l'activité physique et de la sédentarité, cette stratégie correspond à une approche plutôt universelle (réalisation des mesures anthropométriques - communication des résultats à l'adolescent, à ses parents et à son médecin traitant - prise en charge collective mise en place au sein du lycée). Cette stratégie a l'avantage d'une efficacité globale (réduction de la prévalence du surpoids dans les établissements) mais avec une limite importante, inhérente à cette approche, qui est celle de profiter plus à ceux qui en ont le moins besoin et ne permettant pas de réduire ou de ne pas aggraver les inégalités sociales de santé.

Dans la suite de l'essai PRALIMAP, dont certains résultats confirment cette tendance à l'aggravation des inégalités sociales de santé, a été mise en place l'essai PRALIMAP-Inès. Cet essai a pour objectif principal de montrer que, pour la réduction du surpoids et de l'obésité, une stratégie de prise en charge adaptée pour les adolescents appartenant à des milieux sociaux moins favorisés a un effet équivalent à court terme à une stratégie de prise en charge standard pour les milieux sociaux plus favorisés. Cet essai est basé sur le principe de l'universalisme proportionné (l'intervention proposée dépend du groupe social d'appartenance et des besoins exprimés ou identifiés) et son objectif répond au besoin de

détermination de l'intensité d'intervention adéquate pour chaque groupe social. Pour des raisons de nombre d'inclus insuffisant, une troisième année supplémentaire d'intervention (année scolaire 2014-2015) a été nécessaire en plus des deux premières années prévues initialement (années scolaires 2012-2013 et 2013-2014). Cela ne nous a pas permis d'avoir des résultats à présenter dans cette thèse. Néanmoins, ces futurs résultats de PRALIMAP-Inès nous permettront de déterminer si la prise en charge adaptée est un moyen de réduction ou de non aggravation des inégalités sociales de santé liées au surpoids et dans quelle mesure l'activité physique et la sédentarité peuvent être des leviers de cette intervention.

### **5.2.2 L'analyse bidirectionnelle : une première étape de l'analyse de causalité**

La recherche de liens de causalité entre événements de santé et facteurs d'expositions constitue l'un des principes fondamentaux de l'épidémiologie analytique. La notion de causalité est une notion importante en épidémiologie mais elle reste assez complexe et difficile à appréhender. L'étude d'événements de santé pouvant avoir des causes multifactorielles, hétérogènes avec des interrelations complexes, implique la prise en compte de la complexité dans l'analyse des relations causales. Plusieurs méthodes ont été proposées telles que les modèles graphiques, l'analyse des chemins et ses extensions (modèles à équations structurelles) et l'approche contrefactuelle (250). Ces différentes approches possèdent des spécificités statistiques, des avantages et des limites propres mais elles ont toutes en commun la nécessité d'avoir des hypothèses a priori sur les liens de causalité. C'est le principe du « *no causes in, no causes out* » qui est basé sur l'élaboration des hypothèses causales à partir des connaissances disponibles (251).

Dans l'analyse des liens de causalité entre l'activité physique, la sédentarité et l'état de santé en général et la QVLS en particulier, les données scientifiques pour l'élaboration de ces hypothèses sont peu disponibles. En effet, s'il est établi qu'une activité physique importante et/ou une sédentarité basse sont associées à une meilleure QVLS, il est néanmoins légitime de se demander si l'on est plus actif et/ou moins sédentaire parce qu'on a une bonne QVLS ou l'inverse. La réponse à ce questionnement sur les liens de causalité entre l'activité physique, la sédentarité et la QVLS nécessite l'établissement des hypothèses a priori. L'analyse bidirectionnelle est une méthode pouvant contribuer à l'élaboration de ces hypothèses. Les résultats de nos travaux ont permis de poser ces hypothèses aussi bien chez les adolescents et les adultes qui pourront par la suite faire l'objet de tests de validité en utilisant les différentes approches d'analyses causales en épidémiologie. Dans ce sens, l'analyse bidirectionnelle est une première étape de l'analyse causale en permettant d'établir les hypothèses de causalité a priori.

### **5.2.3 Vers une mesure plus optimale de l'activité physique et de la sédentarité**

Les différents résultats ont mis en exergue le rôle important du contexte de l'activité physique et de la sédentarité. Selon que l'on prenne en compte la durée globale d'activité physique et de sédentarité ou le contexte de pratique, les résultats observés sont différents. Ce résultat traduit le caractère multidimensionnel de l'activité physique et de la sédentarité. L'aspect multidimensionnel ne se résume pas à la prise en compte du contexte de pratique mais aussi à d'autres dimensions pouvant avoir une influence sur les relations entre l'activité physique, la sédentarité et l'état de santé.

A ce jour, il n'existe pas de questionnaire de mesure de l'activité physique et de la sédentarité prenant en compte cet aspect multidimensionnel de l'activité physique et de la sédentarité simultanément. La plupart ont pour seul critère la dépense énergétique (pour l'activité physique) et la durée totale (pour la sédentarité). D'autres questionnaires comme le GPAQ permettent de mesurer l'activité physique en tenant compte du contexte (loisirs, professionnel, domestique). Pour ce qui est de la sédentarité, sa mesure est très souvent résumée à une question posée à la fin du questionnaire sur le temps total passé en position assise par jour. Tout ceci plaide en faveur de la perfectibilité de la mesure de l'activité physique et de la sédentarité dans le domaine de la santé. Une des perspectives liée à cette question est le développement d'un questionnaire multidimensionnel de l'activité physique et de la sédentarité qui prendrait en compte d'autres paramètres que la dépense énergétique ou la durée et dont la pertinence est reconnue ou plausible. Ce travail passerait par une revue de la littérature sur l'activité physique, la sédentarité et l'état de santé et aboutirait à l'établissement d'un cadre conceptuel de mesure d'activité physique et de sédentarité afin d'identifier des critères (dimensions) pertinents à mesurer. Cette perspective a fait l'objet d'un projet de recherche (projet APS-ISS : Activité Physique et Sédentarité - Inégalités Sociales de Santé) déposé dans le cadre de l'appel à projets génériques 2015 de l'ANR (Agence Nationale de la Recherche). Le projet APS-ISS a pour objectif, à travers une approche transdisciplinaire, de développer un questionnaire de mesure multidimensionnelle de l'activité physique et de la sédentarité (actuelles et passées) dont l'utilisation permettra de mieux comprendre ces comportements et leurs relations avec l'état de santé en général, et leurs rôles dans la persistance et l'aggravation des inégalités sociales de santé, en particulier. Un travail de thèse d'université au sein de l'équipe 3 de l'EA

4360 APEMAC est également en cours et inclut cet aspect de la mesure de l'activité physique et de la sédentarité.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

1. Löllgen H, Böckenhoff A, Knapp G. Physical activity and all-cause mortality: an updated meta-analysis with different intensity categories. *Int J Sports Med.* mars 2009;30(3):213-24.
2. Lee IM, Skerrett PJ. Physical activity and all-cause mortality: what is the dose-response relation? *Med Sci Sports Exerc.* juin 2001;33(6 Suppl):S459-71; discussion S493-4.
3. Lee I-M, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT, et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet.* 21 juill 2012;380(9838):219-29.
4. Jurakić D, Pedišić Z, Greblo Z. Physical activity in different domains and health-related quality of life: a population-based study. *Qual Life Res.* nov 2010;19(9):1303-9.
5. Pedišić Z, Rakovac M, Titze S, Jurakić D, Oja P. Domain-specific physical activity and health-related quality of life in university students. *Eur J Sport Sci.* 3 oct 2013;
6. Samitz G, Egger M, Zwahlen M. Domains of physical activity and all-cause mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *Int J Epidemiol.* oct 2011;40(5):1382-400.
7. Chau JY, Grunseit AC, Chey T, Stamatakis E, Brown WJ, Matthews CE, et al. Daily sitting time and all-cause mortality: a meta-analysis. *PLoS ONE.* 2013;8(11):e80000.



8. Chau JY, Grunseit A, Midthjell K, Holmen J, Holmen TL, Bauman AE, et al. Sedentary behaviour and risk of mortality from all-causes and cardiometabolic diseases in adults: evidence from the HUNT3 population cohort. *Br J Sports Med*. 10 mai 2013;
9. Biswas A, Oh PI, Faulkner GE, Bajaj RR, Silver MA, Mitchell MS, et al. Sedentary Time and Its Association With Risk for Disease Incidence, Mortality, and Hospitalization in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ann Intern Med*. 20 janv 2015;162(2):123-32.
10. van der Ploeg HP, Chey T, Korda RJ, Banks E, Bauman A. Sitting time and all-cause mortality risk in 222 497 Australian adults. *Arch Intern Med*. 26 mars 2012;172(6):494-500.
11. Meneguci J, Sasaki JE, Santos A, Scatena LM, Damião R. Sitting Time and Quality of Life in Older Adults: A Population Based Study. *J Phys Act Health*. 26 janv 2015;
12. Tremblay MS, Colley RC, Saunders TJ, Healy GN, Owen N. Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. *Appl Physiol Nutr Metab*. déc 2010;35(6):725-40.
13. Bergier J, Kapka-Skrzypczak L, Biliński P, Paprzycki P, Wojtyła A. Physical activity of Polish adolescents and young adults according to IPAQ: a population based study. *Ann Agric Environ Med*. 23 mars 2012;19(1):109-15.
14. Ortega FB, Konstabel K, Pasquali E, Ruiz JR, Hurtig-Wennlöf A, Mäestu J, et al. Objectively measured physical activity and sedentary time during childhood, adolescence and young adulthood: a cohort study. *PLoS ONE*. 2013;8(4):e60871.

15. Cleland V, Dwyer T, Venn A. Which domains of childhood physical activity predict physical activity in adulthood? A 20-year prospective tracking study. *Br J Sports Med.* juin 2012;46(8):595-602.
16. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep.* avr 1985;100(2):126-31.
17. Owen N, Healy GN, Matthews CE, Dunstan DW. Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. *Exerc Sport Sci Rev.* juill 2010;38(3):105-13.
18. Pate RR, O'Neill JR, Lobelo F. The evolving definition of « sedentary ». *Exerc Sport Sci Rev.* oct 2008;36(4):173-8.
19. Melanson EL, Gozansky WS, Barry DW, Maclean PS, Grunwald GK, Hill JO. When energy balance is maintained, exercise does not induce negative fat balance in lean sedentary, obese sedentary, or lean endurance-trained individuals. *J Appl Physiol.* déc 2009;107(6):1847-56.
20. Sedentary Behaviour Research Network null. Letter to the editor: standardized use of the terms « sedentary » and « sedentary behaviours ». *Appl Physiol Nutr Metab.* juin 2012;37(3):540-2.
21. OMS | Qu'entend-on par activité physique modérée ou intense? [Internet]. WHO. [cité 24 févr 2015]. Disponible sur:  
[http://www.who.int/dietphysicalactivity/physical\\_activity\\_intensity/fr/](http://www.who.int/dietphysicalactivity/physical_activity_intensity/fr/)

22. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR Jr, 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.
23. Norton K, Norton L, Sadgrove D. Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *Journal of Science and Medicine in Sport.* sept 2010;13(5):496-502.
24. Atkin AJ, Gorely T, Clemes SA, Yates T, Edwardson C, Brage S, et al. Methods of Measurement in epidemiology: sedentary Behaviour. *Int J Epidemiol.* oct 2012;41(5):1460-71.
25. Clark BK, Sugiyama T, Healy GN, Salmon J, Dunstan DW, Owen N. Validity and reliability of measures of television viewing time and other non-occupational sedentary behaviour of adults: a review. *Obes Rev.* janv 2009;10(1):7-16.
26. Healy GN, Clark BK, Winkler EAH, Gardiner PA, Brown WJ, Matthews CE. Measurement of adults' sedentary time in population-based studies. *Am J Prev Med.* août 2011;41(2):216-27.
27. Chastin SFM, Schwarz U, Skelton DA. Development of a Consensus Taxonomy of Sedentary Behaviors (SIT): Report of Delphi Round 1. *PLoS One* [Internet]. 2 déc 2013 [cité 24 févr 2015];8(12). Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3847079/>
28. Garriguet D, Colley RC. A comparison of self-reported leisure-time physical activity and measured moderate-to-vigorous physical activity in adolescents and adults. *Health*

Rep. 16 juill 2014;25(7):3-11.

29. Pedišić Ž, Bauman A. Accelerometer-based measures in physical activity surveillance: current practices and issues. *Br J Sports Med.* févr 2015;49(4):219-23.
30. Troiano RP, McClain JJ, Brychta RJ, Chen KY. Evolution of accelerometer methods for physical activity research. *Br J Sports Med.* juill 2014;48(13):1019-23.
31. Vanroy C, Vissers D, Cras P, Beyne S, Feys H, Vanlandewijck Y, et al. Physical activity monitoring in stroke: SenseWear Pro2 activity accelerometer versus Yamax Digi-Walker SW-200 pedometer. *Disabil Rehabil.* 2014;36(20):1695-703.
32. Saunders TJ, Gray CE, Borghese MM, McFarlane A, Mbonu A, Ferraro ZM, et al. Validity of SC-StepRx pedometer-derived moderate and vigorous physical activity during treadmill walking and running in a heterogeneous sample of children and youth. *BMC Public Health.* 2014;14:519.
33. Kayes NM, McPherson KM. Measuring what matters: does « objectivity » mean good science? *Disabil Rehabil.* 2010;32(12):1011-9.
34. Pettee Gabriel KK, Morrow JR, Woolsey A-LT. Framework for physical activity as a complex and multidimensional behavior. *J Phys Act Health.* janv 2012;9 Suppl 1:S11-8.
35. 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.* août 2003;35(8):1381-95.

36. Rütten A, Ziemainz H, Schena F, Stahl T, Stiggelbout M, Auweele YV, et al. Using different physical activity measurements in eight European countries. Results of the European Physical Activity Surveillance System (EUPASS) time series survey. *Public Health Nutr.* juin 2003;6(4):371-6.
37. IPAQ scoring protocol - International Physical Activity Questionnaire [Internet]. [cité 6 févr 2013]. Disponible sur: <https://sites.google.com/site/theipaq/scoring-protocol>
38. Armstrong T, Bull F. Development of the World Health Organization Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ). *J Public Health.* 2 mars 2006;14(2):66-70.
39. Bull FC, Maslin TS, Armstrong T. Global physical activity questionnaire (GPAQ): nine country reliability and validity study. *J Phys Act Health.* nov 2009;6(6):790-804.
40. Kriska AM, Knowler WC, LaPorte RE, Drash AL, Wing RR, Blair SN, et al. Development of questionnaire to examine relationship of physical activity and diabetes in Pima Indians. *Diabetes Care.* avr 1990;13(4):401-11.
41. Vuillemin A, Oppert JM, Guillemin F, Essermeant L, Fontvieille AM, Galan P, et al. Self-administered questionnaire compared with interview to assess past-year physical activity. *Med Sci Sports Exerc.* juin 2000;32(6):1119-24.
42. WHO | Global Recommendations on Physical activity for Health [Internet]. WHO. [cité 22 oct 2013]. Disponible sur: [http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_recommendations/en/index.html](http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/index.html)
43. Division AGD of HPH. Australia's Physical Activity and Sedentary Behaviour Guidelines [Internet]. Australian Government Department of Health; [cité 2 juill 2015]. Disponible

sur: <http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/content/health-pubhlth-strateg-phys-act-guidelines>

44. Tremblay MS, Warburton DER, Janssen I, Paterson DH, Latimer AE, Rhodes RE, et al. New Canadian physical activity guidelines. *Appl Physiol Nutr Metab.* févr 2011;36(1):36-46; 47-58.
45. Hercberg S. Le Programme National Nutrition Santé (PNNS) : un vrai programme de santé publique. *Cahiers de Nutrition et de Diététique.* mai 2011;46(2, Supplement 1):S5-10.
46. Tremblay MS, Leblanc AG, Janssen I, Kho ME, Hicks A, Murumets K, et al. Canadian sedentary behaviour guidelines for children and youth. *Appl Physiol Nutr Metab.* févr 2011;36(1):59-64; 65-71.
47. OMS | Obésité : prévention et prise en charge de l'épidémie mondiale [Internet]. WHO. [cité 12 mai 2015]. Disponible sur: [http://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO\\_TRS\\_894/fr/](http://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_894/fr/)
48. Ross R, Shaw KD, Rissanen J, Martel Y, de Guise J, Avruch L. Sex differences in lean and adipose tissue distribution by magnetic resonance imaging: anthropometric relationships. *Am J Clin Nutr.* juin 1994;59(6):1277-85.
49. Rolland-Cachera MF, Cole TJ, Sempé M, Tichet J, Rossignol C, Charraud A. Body Mass Index variations: centiles from birth to 87 years. *Eur J Clin Nutr.* janv 1991;45(1):13-21.
50. 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.

51. de Onis M, 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.
52. de Onis M. 4.1 The WHO Child Growth Standards. *World Rev Nutr Diet.* 2015;113:278-94.
53. Skevington SM, Sartorius N, Amir M. Developing methods for assessing quality of life in different cultural settings. The history of the WHOQOL instruments. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol.* janv 2004;39(1):1-8.
54. Leplège A, Réveillère C, Ecosse E, Caria A, Rivière H. [Psychometric properties of a new instrument for evaluating quality of life, the WHOQOL-26, in a population of patients with neuromuscular diseases]. *Encephale.* oct 2000;26(5):13-22.
55. Baumann C, Erpelding M-L, Régat S, Collin J-F, Briançon S. The WHOQOL-BREF questionnaire: French adult population norms for the physical health, psychological health and social relationship dimensions. *Rev Epidemiol Sante Publique.* févr 2010;58(1):33-9.
56. Guillemin F, Paul-Dauphin A, Virion JM, Bouchet C, Briançon S. [The DUKE health profile: a generic instrument to measure the quality of life tied to health]. *Sante Publique.* mars 1997;9(1):35-44.

57. 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*. 2011;11:401.
58. Bauman AE, Sallis JF, Dzewaltowski DA, Owen N. Toward a better understanding of the influences on physical activity: the role of determinants, correlates, causal variables, mediators, moderators, and confounders. *Am J Prev Med*. août 2002;23(2 Suppl):5-14.
59. Booth SL, Sallis JF, Ritenbaugh C, Hill JO, Birch LL, Frank LD, et al. Environmental and societal factors affect food choice and physical activity: rationale, influences, and leverage points. *Nutr Rev*. mars 2001;59(3 Pt 2):S21-39; discussion S57-65.
60. Bauman AE, Reis RS, Sallis JF, Wells JC, Loos RJF, Martin BW, et al. Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? *Lancet*. 21 juill 2012;380(9838):258-71.
61. Sallis JF, Prochaska JJ, Taylor WC. A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*. mai 2000;32(5):963-75.
62. Trost SG, Owen N, Bauman AE, Sallis JF, Brown W. Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. *Med Sci Sports Exerc*. déc 2002;34(12):1996-2001.
63. Van Der Horst K, Paw MJCA, Twisk JWR, Van Mechelen W. A brief review on correlates of physical activity and sedentariness in youth. *Med Sci Sports Exerc*. août 2007;39(8):1241-50.



64. Ferreira I, van der Horst K, Wendel-Vos W, Kremers S, van Lenthe FJ, Brug J. Environmental correlates of physical activity in youth - a review and update. *Obes Rev.* 2007;8(2):129-54.
65. Sallis JF, Cervero RB, Ascher W, Henderson KA, Kraft MK, Kerr J. An ecological approach to creating active living communities. *Annu Rev Public Health.* 2006;27:297-322.
66. Gustafson SL, Rhodes RE. Parental correlates of physical activity in children and early adolescents. *Sports Med.* 2006;36(1):79-97.
67. Lämmle L, Worth A, Bös K. Socio-demographic correlates of physical activity and physical fitness in German children and adolescents. *Eur J Public Health.* déc 2012;22(6):880-4.
68. Schmitz KH, Lytle LA, Phillips GA, Murray DM, Birnbaum AS, Kubik MY. Psychosocial correlates of physical activity and sedentary leisure habits in young adolescents: the Teens Eating for Energy and Nutrition at School study. *Prev Med.* févr 2002;34(2):266-78.
69. Seabra AF, Mendonça DM, Thomis MA, Malina RM, Maia JA. Correlates of physical activity in Portuguese adolescents from 10 to 18 years. *Scand J Med Sci Sports.* avr 2011;21(2):318-23.
70. Jekauc D, Reimers AK, Wagner MO, Woll A. Prevalence and socio-demographic correlates of the compliance with the physical activity guidelines in children and adolescents in Germany. *BMC Public Health.* 2012;12:714.

71. Ornelas IJ, Perreira KM, Ayala GX. Parental influences on adolescent physical activity: a longitudinal study. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2007;4:3.
72. Rech CR, Reis RS, Hino AAF, Hallal PC. Personal, social and environmental correlates of physical activity in adults from Curitiba, Brazil. *Prev Med.* janv 2014;58:53-7.
73. Solomon E, Rees T, Ukoumunne OC, Metcalf B, Hillsdon M. Personal, social, and environmental correlates of physical activity in adults living in rural south-west England: a cross-sectional analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2013;10(1):129.
74. 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.
75. Gomes TN, Santos FK dos, Santos D, Pereira S, Chaves R, Katzmarzyk PT, et al. Correlates of sedentary time in children: a multilevel modelling approach. *BMC Public Health.* 2014;14:890.
76. LeBlanc AG, Broyles ST, Chaput J-P, Leduc G, Boyer C, Borghese MM, et al. Correlates of objectively measured sedentary time and self-reported screen time in Canadian children. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2015;12(1):38.
77. Babey SH, Hastert TA, Wolstein J. Adolescent sedentary behaviors: correlates differ for television viewing and computer use. *J Adolesc Health.* janv 2013;52(1):70-6.
78. Wallmann-Sperlich B, Bucksch J, Hansen S, Schantz P, Froboese I. Sitting time in Germany: an analysis of socio-demographic and environmental correlates. *BMC Public Health.* 2013;13:196.

79. Macías R, Garrido-Muñoz M, Tejero-González CM, Lucia A, López-Adán E, Rodríguez-Romo G. Prevalence of leisure-time sedentary behaviour and sociodemographic correlates: a cross-sectional study in Spanish adults. *BMC Public Health*. 2014;14:972.
80. Van Holle V, McNaughton SA, Teychenne M, Timperio A, Van Dyck D, De Bourdeaudhuij I, et al. Social and physical environmental correlates of adults' weekend sitting time and moderating effects of retirement status and physical health. *Int J Environ Res Public Health*. sept 2014;11(9):9790-810.
81. Meneguci J, Sasaki JE, da Silva Santos Á, Scatena LM, Damião R. Socio-demographic, clinical and health behavior correlates of sitting time in older adults. *BMC Public Health* [Internet]. 31 janv 2015 [cité 28 mai 2015];15. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4318162/>
82. Kujala UM. Evidence on the effects of exercise therapy in the treatment of chronic disease. *Br J Sports Med*. août 2009;43(8):550-5.
83. Pedersen BK, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports*. févr 2006;16 Suppl 1:3-63.
84. Pi-Sunyer X. The medical risks of obesity. *Postgrad Med*. nov 2009;121(6):21-33.
85. Sigmundová D, Sigmund E, Hamrik Z, Kalman M. Trends of overweight and obesity, physical activity and sedentary behaviour in Czech schoolchildren: HBSC study. *Eur J Public Health*. avr 2014;24(2):210-5.
86. Leech RM, McNaughton SA, Timperio A. Clustering of diet, physical activity and sedentary behaviour among Australian children: cross-sectional and longitudinal

- associations with overweight and obesity. *Int J Obes (Lond)*. 24 avr 2015;
87. Vieno A, Santinello M, Martini MC. [Epidemiology of overweight and obesity among Italian early adolescents: relation with physical activity and sedentary behaviour]. *Epidemiol Psichiatr Soc*. juin 2005;14(2):100-7.
  88. Kilpeläinen TO, Qi L, Brage S, Sharp SJ, Sonestedt E, Demerath E, et al. Physical activity attenuates the influence of FTO variants on obesity risk: a meta-analysis of 218,166 adults and 19,268 children. *PLoS Med*. nov 2011;8(11):e1001116.
  89. Murillo R, Albrecht SS, Daviglius ML, Kershaw KN. The Role of Physical Activity and Sedentary Behaviors in Explaining the Association Between Acculturation and Obesity Among Mexican-American Adults. *Am J Health Promot*. 27 août 2014;
  90. Chau JY, van der Ploeg HP, Merom D, Chey T, Bauman AE. Cross-sectional associations between occupational and leisure-time sitting, physical activity and obesity in working adults. *Prev Med*. avr 2012;54(3-4):195-200.
  91. Maher CA, Mire E, Harrington DM, Staiano AE, Katzmarzyk PT. The independent and combined associations of physical activity and sedentary behavior with obesity in adults: NHANES 2003-06. *Obesity (Silver Spring)*. déc 2013;21(12):E730-7.
  92. Goldfield GS, Cameron JD, Murray M, Maras D, Wilson AL, Phillips P, et al. Screen time is independently associated with health-related quality of life in overweight and obese adolescents. *Acta Paediatr*. 11 juin 2015;
  93. Guallar-Castillón P, Bayán-Bravo A, León-Muñoz LM, Balboa-Castillo T, López-García E, Gutierrez-Fisac JL, et al. The association of major patterns of physical activity,

- sedentary behavior and sleep with health-related quality of life: a cohort study. *Prev Med.* oct 2014;67:248-54.
94. Hill AB. THE ENVIRONMENT AND DISEASE: ASSOCIATION OR CAUSATION? *Proc R Soc Med.* mai 1965;58:295-300.
95. Harris KC, Kuramoto LK, Schulzer M, Retallack JE. Effect of school-based physical activity interventions on body mass index in children: a meta-analysis. *CMAJ.* 31 mars 2009;180(7):719-26.
96. Metcalf B, Henley W, Wilkin T. Effectiveness of intervention on physical activity of children: systematic review and meta-analysis of controlled trials with objectively measured outcomes (EarlyBird 54). *BMJ.* 2012;345:e5888.
97. van Sluijs EMF, McMinn AM, Griffin SJ. Effectiveness of interventions to promote physical activity in children and adolescents: systematic review of controlled trials. *Br J Sports Med.* août 2008;42(8):653-7.
98. 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.
99. Simon C, Wagner A, DiVita C, Rauscher E, Klein-Platat C, Arveiler D, et al. Intervention centred on adolescents' physical activity and sedentary behaviour (ICAPS): concept and 6-month results. *Int J Obes Relat Metab Disord.* nov 2004;28 Suppl 3:S96-103.
100. De Meester F, van Lenthe FJ, Spittaels H, Lien N, De Bourdeaudhuij I. Interventions for promoting physical activity among European teenagers: a systematic review. *Int J*

Behav Nutr Phys Act. 2009;6:82.

101. 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.* janv 2013;44(1):30-9.
102. Zigmond AS, Snaith RP. The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr Scand.* juin 1983;67(6):361-70.
103. 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.
104. Pôle Académique de Soutien à l'Innovation - PASI Nancy-Metz [Internet]. [cité 20 janv 2014]. Disponible sur: <http://www4.ac-nancy-metz.fr/pasi/spip.php?article656>
105. Garner DM, Garfinkel PE. The Eating Attitudes Test: an index of the symptoms of anorexia nervosa. *Psychol Med.* mai 1979;9(2):273-9.
106. Leplège A, Mesbah M, Marquis P. [Preliminary analysis of the psychometric properties of the French version of an international questionnaire measuring the quality of life: the MOS SF-36 (version 1.1)]. *Rev Epidemiol Sante Publique.* 1995;43(4):371-9.
107. Parkerson GR Jr, Broadhead WE, Tse CK. The Duke Health Profile. A 17-item measure of health and dysfunction. *Med Care.* nov 1990;28(11):1056-72.

108. INPES - Les Baromètres santé, un observatoire des comportements des Français pour orienter les politiques de santé publique [Internet]. [cité 8 janv 2013]. Disponible sur: <http://www.inpes.sante.fr/Barometres/index.asp>
109. INPES - Baromètre santé 2005 [Internet]. [cité 4 mai 2015]. Disponible sur: <http://www.inpes.sante.fr/Barometres/BS2005/ouvrage/index.asp>
110. Baromètre santé nutrition 2008 - Présentation [Internet]. [cité 23 mars 2015]. Disponible sur: <http://www.inpes.sante.fr/Barometres/barometre-sante-nutrition-2008/index.asp>
111. Biddle SJH, Pearson N, Ross GM, Braithwaite R. Tracking of sedentary behaviours of young people: a systematic review. *Prev Med.* nov 2010;51(5):345-51.
112. Borraccino A, Lemma P, Iannotti RJ, Zambon A, Dalmasso P, Lazzeri G, et al. Socioeconomic effects on meeting physical activity guidelines: comparisons among 32 countries. *Med Sci Sports Exerc.* avr 2009;41(4):749-56.
113. Brodersen NH, Steptoe A, Boniface DR, Wardle J. Trends in physical activity and sedentary behaviour in adolescence: ethnic and socioeconomic differences. *Br J Sports Med.* mars 2007;41(3):140-4.
114. Chalabaev A, Sarrazin P, Fontayne P, Boiché J, Clément-Guillot C. The influence of sex stereotypes and gender roles on participation and performance in sport and exercise: Review and future directions. *Psychology of Sport and Exercise.* mars 2013;14(2):136-44.

115. Edwardson CL, Gorely T. Parental influences on different types and intensities of physical activity in youth: A systematic review. *Psychology of Sport and Exercise*. nov 2010;11(6):522-35.
116. Coombs N, Shelton N, Rowlands A, Stamatakis E. Children's and adolescents' sedentary behaviour in relation to socioeconomic position. *J Epidemiol Community Health*. 13 juill 2013;
117. de Vet E, de Ridder DTD, de Wit JBF. Environmental correlates of physical activity and dietary behaviours among young people: a systematic review of reviews. *Obes Rev*. mai 2011;12(5):e130-42.
118. Dishman RK, Sallis JF, Orenstein DR. The determinants of physical activity and exercise. *Public Health Rep*. 1985;100(2):158-71.
119. Flintoff A. Targeting Mr average: participation, gender equity and school sport partnerships. *Sport, Education and Society*. 1 nov 2008;13(4):393-411.
120. Gidlow C, Johnston LH, Crone D, Ellis N, James D. A systematic review of the relationship between socio-economic position and physical activity. *Health Education Journal*. 12 janv 2006;65(4):338-67.
121. Gracia-Marco L, Ortega FB, Ruiz JR, Williams CA, Hagströmer M, Manios Y, et al. Seasonal variation in physical activity and sedentary time in different European regions. The HELENA study. *J Sports Sci*. 2013;31(16):1831-40.



122. Hale L, Guan S. Screen time and sleep among school-aged children and adolescents: a systematic literature review. *Sleep Med Rev.* juin 2015;21:50-8.
123. Eime RM, Harvey JT, Sawyer NA, Craike MJ, Symons CM, Polman RCJ, et al. Understanding the contexts of adolescent female participation in sport and physical activity. *Res Q Exerc Sport.* juin 2013;84(2):157-66.
124. Hallal PC, Victora CG, Azevedo MR, Wells JCK. Adolescent physical activity and health: a systematic review. *Sports Med.* 2006;36(12):1019-30.
125. Hanson MD, Chen E. Socioeconomic status and health behaviors in adolescence: a review of the literature. *J Behav Med.* juin 2007;30(3):263-85.
126. Lämmle L, Woll A, Mensink GBM, Bös K. Distal and proximal factors of health behaviors and their associations with health in children and adolescents. *Int J Environ Res Public Health.* juill 2013;10(7):2944-78.
127. Leech RM, McNaughton SA, Timperio A. The clustering of diet, physical activity and sedentary behavior in children and adolescents: a review. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2014;11:4.
128. Montoye HJ. Introduction: evaluation of some measurements of physical activity and energy expenditure. *Med Sci Sports Exerc.* sept 2000;32(9 Suppl):S439-41.
129. Nelson MC, Neumark-Stzainer D, Hannan PJ, Sirard JR, Story M. Longitudinal and secular trends in physical activity and sedentary behavior during adolescence.

Pediatrics. déc 2006;118(6):e1627-34.

130. Pate RR, Mitchell JA, Byun W, Dowda M. Sedentary behaviour in youth. *Br J Sports Med.* sept 2011;45(11):906-13.
131. Penney D. *Gender and Physical Education: Contemporary Issues and Future Directions.* Routledge; 2002. 243 p.
132. Saunders TJ, Chaput J-P, Tremblay MS. Sedentary behaviour as an emerging risk factor for cardiometabolic diseases in children and youth. *Can J Diabetes.* févr 2014;38(1):53-61.
133. Stalsberg R, Pedersen AV. Effects of socioeconomic status on the physical activity in adolescents: a systematic review of the evidence. *Scand J Med Sci Sports.* juin 2010;20(3):368-83.
134. Telama R, Yang X, Viikari J, Välimäki I, Wanne O, Raitakari O. Physical activity from childhood to adulthood: a 21-year tracking study. *Am J Prev Med.* avr 2005;28(3):267-73.
135. Tremblay MS, LeBlanc AG, Kho ME, Saunders TJ, Larouche R, Colley RC, et al. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2011;8:98.
136. Yao CA, Rhodes RE. Parental correlates in child and adolescent physical activity: a meta-analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2015;12:10.

137. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* juill 2011;43(7):1334-59.
138. Sabia S, Dugravot A, Kivimaki M, Brunner E, Shipley MJ, Singh-Manoux A. Effect of intensity and type of physical activity on mortality: results from the Whitehall II cohort study. *Am J Public Health.* avr 2012;102(4):698-704.
139. Wen CP, Wai JPM, Tsai MK, Yang YC, Cheng TYD, Lee M-C, et al. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *Lancet.* 1 oct 2011;378(9798):1244-53.
140. Manns P. In people aged over 45, increased time spent sitting daily is associated with increased risk of all-cause mortality independent of physical activity level. *Evid Based Nurs.* oct 2012;15(4):120-1.
141. Bertrais S, Preziosi P, Mennen L, Galan P, Hercberg S, Oppert J-M. Sociodemographic and geographic correlates of meeting current recommendations for physical activity in middle-aged French adults: the Supplémentation en Vitamines et Minéraux Antioxydants (SUVIMAX) Study. *Am J Public Health.* sept 2004;94(9):1560-6.
142. Rhodes RE, Mark RS, Temmel CP. Adult sedentary behavior: a systematic review. *Am J Prev Med.* mars 2012;42(3):e3-28.
143. Spittaels H, Van Cauwenberghe E, Verbestel V, De Meester F, Van Dyck D, Verloigne M, et al. Objectively measured sedentary time and physical activity time across the

- lifespan: a cross-sectional study in four age groups. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2012;9:149.
144. Bertrais S, Beyeme-Ondoua J-P, Czernichow S, Galan P, Hercberg S, Oppert J-M. Sedentary behaviors, physical activity, and metabolic syndrome in middle-aged French subjects. *Obes Res.* mai 2005;13(5):936-44.
  145. Coste J, Bouée S, Ecosse E, Leplège A, Pouchot J. Methodological issues in determining the dimensionality of composite health measures using principal component analysis: case illustration and suggestions for practice. *Qual Life Res.* avr 2005;14(3):641-54.
  146. Everitt BS. Unresolved Problems in Cluster Analysis. *Biometrics.* mars 1979;35(1):169.
  147. Bergman P, Grijbovski AM, Hagströmer M, Bauman A, Sjöström M. Adherence to physical activity recommendations and the influence of socio-demographic correlates - a population-based cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2008;8:367.
  148. Allender S, Foster C, Boxer A. Occupational and nonoccupational physical activity and the social determinants of physical activity: results from the Health Survey for England. *J Phys Act Health.* janv 2008;5(1):104-16.
  149. Finger JD, Tylleskär T, Lampert T, Mensink GBM. Physical activity patterns and socioeconomic position: the German National Health Interview and Examination Survey 1998 (GNHIES98). *BMC Public Health.* 2012;12:1079.
  150. Holtermann A, Mortensen OS, Burr H, Søgaard K, Gyntelberg F, Suadicani P. The interplay between physical activity at work and during leisure time--risk of ischemic heart disease and all-cause mortality in middle-aged Caucasian men. *Scand J Work*

Environ Health. déc 2009;35(6):466-74.

151. Autenrieth CS, Baumert J, Baumeister SE, Fischer B, Peters A, Döring A, et al. Association between domains of physical activity and all-cause, cardiovascular and cancer mortality. *Eur J Epidemiol.* févr 2011;26(2):91-9.
152. Perez LG, Pratt M, Simoes EJ, de Moura L, Malta DC. Association between leisure-time physical activity and self-reported hypertension among brazilian adults, 2008. *Prev Chronic Dis.* 2013;10:E172.
153. Omorou YA, Erpelding M-L, Escalon H, Vuillemin A. Contribution of taking part in sport to the association between physical activity and quality of life. *Qual Life Res.* :1-9.
154. Talaei M, Rabiei K, Talaei Z, Amiri N, Zolfaghari B, Kabiri P, et al. Physical activity, sex, and socioeconomic status: A population based study. *ARYA Atheroscler.* janv 2013;9(1):51-60.
155. Van Tuyckom C. Macro-environmental factors associated with leisure-time physical activity: a cross-national analysis of EU countries. *Scand J Public Health.* juin 2011;39(4):419-26.
156. Ríos D, Cubedo M, Ríos M. Graphical study of reasons for engagement in physical activity in European Union. *Springerplus.* 2013;2:488.
157. Pedisic Z, Grunseit A, Ding D, Chau JY, Banks E, Stamatakis E, et al. High sitting time or obesity: Which came first? Bidirectional association in a longitudinal study of 31,787 Australian adults. *Obesity (Silver Spring).* 19 juin 2014;

158. Carson V, Wong SL, Winkler E, Healy GN, Colley RC, Tremblay MS. Patterns of sedentary time and cardiometabolic risk among Canadian adults. *Prev Med.* août 2014;65:23-7.
159. Rovniak LS, Sallis JF, Saelens BE, Frank LD, Marshall SJ, Norman GJ, et al. Adults' physical activity patterns across life domains: cluster analysis with replication. *Health Psychol.* sept 2010;29(5):496-505.
160. Milton K, Macniven R, Bauman A. Review of the epidemiological evidence for physical activity and health from low- and middle-income countries. *Glob Public Health.* avr 2014;9(4):369-81.
161. Warburton DER, Nicol CW, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ.* 14 mars 2006;174(6):801-9.
162. Graff M, North KE, Richardson AS, Young KM, Mohlke KL, Lange LA, et al. Screen time behaviours may interact with obesity genes, independent of physical activity, to influence adolescent BMI in an ethnically diverse cohort. *Pediatr Obes.* déc 2013;8(6):e74-9.
163. León-Latre M, Moreno-Franco B, Andrés-Esteban EM, Ledesma M, Laclaustra M, Alcalde V, et al. Sedentary Lifestyle and Its Relation to Cardiovascular Risk Factors, Insulin Resistance and Inflammatory Profile. *Rev Esp Cardiol.* 26 févr 2014;
164. 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.* 2010;7:40.

165. Aman J, Skinner TC, de Beaufort CE, Swift PGF, Aanstoot H-J, Cameron F, et al. Associations between physical activity, sedentary behavior, and glycemic control in a large cohort of adolescents with type 1 diabetes: the Hvidoere Study Group on Childhood Diabetes. *Pediatr Diabetes*. juin 2009;10(4):234-9.
166. Ekelund U, Brage S, Froberg K, Harro M, Anderssen SA, Sardinha LB, et al. TV viewing and physical activity are independently associated with metabolic risk in children: the European Youth Heart Study. *PLoS Med*. déc 2006;3(12):e488.
167. Fernandes RA, Zanesco A. Early physical activity promotes lower prevalence of chronic diseases in adulthood. *Hypertens Res*. sept 2010;33(9):926-31.
168. Malina RM. Physical activity and fitness: pathways from childhood to adulthood. *Am J Hum Biol*. avr 2001;13(2):162-72.
169. WHO | The WHO Health Promotion Glossary [Internet]. WHO. [cité 18 mars 2014]. Disponible sur: <http://www.who.int/healthpromotion/about/HPG/en/>
170. Hidalgo-Rasmussen CA, Ramírez-López G, Hidalgo-San Martín A. [Physical activity, sedentary behavior and quality of life in undergraduate adolescents of Ciudad Guzman, State of Jalisco, Mexico]. *Cien Saude Colet*. juill 2013;18(7):1943-52.
171. Hallal PC, Reichert FF, Ekelund U, Dumith SC, Menezes AM, Victora CG, et al. Bidirectional cross-sectional and prospective associations between physical activity and body composition in adolescence: birth cohort study. *J Sports Sci*. 2012;30(2):183-90.

172. Jansen PW, Mensah FK, Clifford S, Nicholson JM, Wake M. Bidirectional associations between overweight and health-related quality of life from 4-11 years: Longitudinal Study of Australian Children. *Int J Obes (Lond)*. oct 2013;37(10):1307-13.
173. Gopinath B, Hardy LL, Baur LA, Burlutsky G, Mitchell P. Physical activity and sedentary behaviors and health-related quality of life in adolescents. *Pediatrics*. juill 2012;130(1):e167-74.
174. Herman KM, Hopman WM, Craig CL. Are youth BMI and physical activity associated with better or worse than expected health-related quality of life in adulthood? The Physical Activity Longitudinal Study. *Qual Life Res*. avr 2010;19(3):339-49.
175. Cella D, Bullinger M, Scott C, Barofsky I, Clinical Significance Consensus Meeting Group. Group vs individual approaches to understanding the clinical significance of differences or changes in quality of life. *Mayo Clin Proc*. avr 2002;77(4):384-92.
176. Spengler S, Woll A. The more physically active, the healthier? The relationship between physical activity and health-related quality of life in adolescents: the MoMo study. *J Phys Act Health*. juill 2013;10(5):708-15.
177. Pearson N, Braithwaite RE, Biddle SJH, van Sluijs EMF, Atkin AJ. Associations between sedentary behaviour and physical activity in children and adolescents: a meta-analysis. *Obes Rev*. août 2014;15(8):666-75.
178. Lacy KE, Allender SE, Kremer PJ, de Silva-Sanigorski AM, Millar LM, Moodie ML, et al. Screen time and physical activity behaviours are associated with health-related quality of life in Australian adolescents. *Qual Life Res*. août 2012;21(6):1085-99.



179. Hagströmer M, Bergman P, De Bourdeaudhuij I, Ortega FB, Ruiz JR, Manios Y, et al. Concurrent validity of a modified version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ-A) in European adolescents: The HELENA Study. *Int J Obes (Lond)*. nov 2008;32 Suppl 5:S42-8.
180. Ekelund U, Ward HA, Norat T, Luan J, May AM, Weiderpass E, et al. Physical activity and all-cause mortality across levels of overall and abdominal adiposity in European men and women: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition Study (EPIC). *Am J Clin Nutr*. mars 2015;101(3):613-21.
181. Vagetti GC, Barbosa Filho VC, Moreira NB, Oliveira V de, Mazzardo O, Campos W de. Association between physical activity and quality of life in the elderly: a systematic review, 2000-2012. *Rev Bras Psiquiatr*. mars 2014;36(1):76-88.
182. Taricco M, Dallolio L, Calugi S, Rucci P, Fugazzaro S, Stuart M, et al. Impact of adapted physical activity and therapeutic patient education on functioning and quality of life in patients with postacute strokes. *Neurorehabil Neural Repair*. oct 2014;28(8):719-28.
183. George SM, Alfano CM, Groves J, Karabulut Z, Haman KL, Murphy BA, et al. Objectively measured sedentary time is related to quality of life among cancer survivors. *PLoS ONE*. 2014;9(2):e87937.
184. Balboa-Castillo T, León-Muñoz LM, Graciani A, Rodríguez-Artalejo F, Guallar-Castillón P. Longitudinal association of physical activity and sedentary behavior during leisure time with health-related quality of life in community-dwelling older adults. *Health Qual Life Outcomes*. 2011;9:47.

185. Vuillemin A, Boini S, Bertrais S, Tessier S, Oppert J-M, Hercberg S, et al. Leisure time physical activity and health-related quality of life. *Prev Med.* août 2005;41(2):562-9.
186. Hercberg S, Preziosi P, Briançon S, Galan P, Triol I, Malvy D, et al. A primary prevention trial using nutritional doses of antioxidant vitamins and minerals in cardiovascular diseases and cancers in a general population: the SU.VI.MAX study--design, methods, and participant characteristics. *SUPPLEMENTATION EN VITAMINES ET MINÉRAUX ANTIOXYDANTS. Control Clin Trials.* août 1998;19(4):336-51.
187. Hercberg S, Galan P, Preziosi P, Bertrais S, Mennen L, Malvy D, et al. The SU.VI.MAX Study: a randomized, placebo-controlled trial of the health effects of antioxidant vitamins and minerals. *Arch Intern Med.* 22 nov 2004;164(21):2335-42.
188. Péneau S, Galan P, Jeandel C, Ferry M, Andreeva V, Hercberg S, et al. Fruit and vegetable intake and cognitive function in the SU.VI.MAX 2 prospective study. *Am J Clin Nutr.* nov 2011;94(5):1295-303.
189. Vancampfort D, Probst M, Scheewe T, Maurissen K, Sweers K, Knapen J, et al. Lack of physical activity during leisure time contributes to an impaired health related quality of life in patients with schizophrenia. *Schizophr Res.* juill 2011;129(2-3):122-7.
190. Sanchez-Villegas A, Ara I, Dierssen T, la Fuente C de, Ruano C, Martínez-González MA. Physical activity during leisure time and quality of life in a Spanish cohort: SUN (Seguimiento Universidad de Navarra) Project. *British Journal of Sports Medicine* [Internet]. 17 avr 2011 [cité 2 nov 2011]; Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21498880>

191. Physical Activity Guidelines Advisory Committee report, 2008. To the Secretary of Health and Human Services. Part A: executive summary. *Nutr Rev.* févr 2009;67(2):114-20.
192. Esteban C, Quintana JM, Aburto M, Moraza J, Egurrola M, Pérez-Izquierdo J, et al. Impact of changes in physical activity on health-related quality of life among patients with COPD. *Eur Respir J.* août 2010;36(2):292-300.
193. Gardner AW, Montgomery PS, Ritti-Dias RM, Thadani U. Exercise performance, physical activity, and health-related quality of life in participants with stable angina. *Angiology.* août 2011;62(6):461-6.
194. Speyer E, Herbinet A, Vuillemin A, Briançon S, Chastagner P. Effect of adapted physical activity sessions in the hospital on health-related quality of life for children with cancer: a cross-over randomized trial. *Pediatr Blood Cancer.* 1 déc 2010;55(6):1160-6.
195. Stroud NM, Minahan CL. The impact of regular physical activity on fatigue, depression and quality of life in persons with multiple sclerosis. *Health Qual Life Outcomes.* 2009;7:68.
196. Thorsen L, Skovlund E, Strømme SB, Hornslien K, Dahl AA, Fosså SD. Effectiveness of physical activity on cardiorespiratory fitness and health-related quality of life in young and middle-aged cancer patients shortly after chemotherapy. *J Clin Oncol.* 1 avr 2005;23(10):2378-88.
197. Thorsen L, Courneya KS, Stevinson C, Fosså SD. A systematic review of physical activity in prostate cancer survivors: outcomes, prevalence, and determinants. *Support Care*

Cancer. sept 2008;16(9):987-97.

198. Bize R, Johnson JA, Plotnikoff RC. Physical activity level and health-related quality of life in the general adult population: a systematic review. *Prev Med.* déc 2007;45(6):401-15.
199. Brown DW, Brown DR, Heath GW, Balluz L, Giles WH, Ford ES, et al. Associations between physical activity dose and health-related quality of life. *Med Sci Sports Exerc.* mai 2004;36(5):890-6.
200. Wolin KY, Glynn RJ, Colditz GA, Lee I-M, Kawachi I. Long-term physical activity patterns and health-related quality of life in U.S. women. *Am J Prev Med.* juin 2007;32(6):490-9.
201. Tessier S, Vuillemin A, Bertrais S, Boini S, Le Bihan E, Oppert J-M, et al. Association between leisure-time physical activity and health-related quality of life changes over time. *Prev Med.* mars 2007;44(3):202-8.
202. Valadares ALR, Carvalho ED de, da Costa-Paiva LH, Morais SS, Pinto-Neto AM. Association between different types of physical activities and quality of life in women aged 60 years or over. *Rev Assoc Med Bras.* août 2011;57(4):450-5.
203. Häkkinen A, Rinne M, Vasankari T, Santtila M, Häkkinen K, Kyröläinen H. Association of physical fitness with health-related quality of life in Finnish young men. *Health Qual Life Outcomes.* 2010;8:15.

204. Donaldson A, Finch CF. Sport as a setting for promoting health. *Br J Sports Med.* janv 2012;46(1):4-5.
205. Wilhite B, Shank J. In praise of sport: promoting sport participation as a mechanism of health among persons with a disability. *Disabil Health J.* juill 2009;2(3):116-27.
206. Suominen H. Muscle training for bone strength. *Aging Clin Exp Res.* avr 2006;18(2):85-93.
207. Suominen H. Bone mineral density and long term exercise. An overview of cross-sectional athlete studies. *Sports Med.* nov 1993;16(5):316-30.
208. Snyder AR, Martinez JC, Bay RC, Parsons JT, Sauers EL, Valovich McLeod TC. Health-related quality of life differs between adolescent athletes and adolescent nonathletes. *J Sport Rehabil.* août 2010;19(3):237-48.
209. Jaracz K, Kalfoss M, Górna K, Baczyk G. Quality of life in Polish respondents: psychometric properties of the Polish WHOQOL-Bref. *Scand J Caring Sci.* sept 2006;20(3):251-60.
210. Noerholm V, Groenvold M, Watt T, Bjorner JB, Rasmussen NA, Bech P. Quality of life in the Danish general population--normative data and validity of WHOQOL-BREF using Rasch and item response theory models. *Qual Life Res.* mars 2004;13(2):531-40.
211. Eime RM, Harvey JT, Brown WJ, Payne WR. Does sports club participation contribute to health-related quality of life? *Med Sci Sports Exerc.* mai 2010;42(5):1022-8.

212. Riise T, Moen BE, Nortvedt MW. Occupation, lifestyle factors and health-related quality of life: the Hordaland Health Study. *J Occup Environ Med.* mars 2003;45(3):324-32.
213. Shibata A, Oka K, Nakamura Y, Muraoka I. Recommended level of physical activity and health-related quality of life among Japanese adults. *Health Qual Life Outcomes.* 2007;5:64.
214. Kim I, Choi H, Davis AHT. Health-related quality of life by the type of physical activity in Korea. *J Community Health Nurs.* avr 2010;27(2):96-106.
215. Tan SY, Poh BK, Chong HX, Ismail MN, Rahman J, Zarina AL, et al. Physical activity of pediatric patients with acute leukemia undergoing induction or consolidation chemotherapy. *Leuk Res.* janv 2013;37(1):14-20.
216. Lynch BM, Cerin E, Newman B, Owen N. Physical activity, activity change, and their correlates in a population-based sample of colorectal cancer survivors. *Ann Behav Med.* oct 2007;34(2):135-43.
217. Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev.* mai 2004;5 Suppl 1:4-104.
218. Milligan RA, Burke V, Beilin LJ, Richards J, Dunbar D, Spencer M, et al. Health-related behaviours and psycho-social characteristics of 18 year-old Australians. *Soc Sci Med.* nov 1997;45(10):1549-62.
219. 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.*

sept 2008;9(5):474-88.

220. Viner RM, Cole TJ. Adult socioeconomic, educational, social, and psychological outcomes of childhood obesity: a national birth cohort study. *BMJ*. 11 juin 2005;330(7504):1354.
221. Sigmund E, Ansari W El, Sigmundová D. Does school-based physical activity decrease overweight and obesity in children aged 6-9 years? A two-year non-randomized longitudinal intervention study in the Czech Republic. *BMC Public Health*. 2012;12:570.
222. Magnusson KT, Sigurgeirsson I, Sveinsson T, Johannsson E. Assessment of a two-year school-based physical activity intervention among 7-9-year-old children. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011;8:138.
223. Haerens L, Deforche B, Maes L, Cardon G, Stevens V, De Bourdeaudhuij I. Evaluation of a 2-year physical activity and healthy eating intervention in middle school children. *Health Educ Res*. déc 2006;21(6):911-21.
224. Gonzalez-Suarez C, Worley A, Grimmer-Somers K, Dones V. School-based interventions on childhood obesity: a meta-analysis. *Am J Prev Med*. nov 2009;37(5):418-27.
225. Brown T, Summerbell C. Systematic review of school-based interventions that focus on changing dietary intake and physical activity levels to prevent childhood obesity: an update to the obesity guidance produced by the National Institute for Health and Clinical Excellence. *Obes Rev*. janv 2009;10(1):110-41.
226. Saunders TJ, Chaput J-P, Goldfield GS, Colley RC, Kenny GP, Doucet E, et al. Children and youth do not compensate for an imposed bout of prolonged sitting by reducing

- subsequent food intake or increasing physical activity levels: a randomised cross-over study. *Br J Nutr.* févr 2014;111(4):747-54.
227. Taveras EM, Field AE, Berkey CS, Rifas-Shiman SL, Frazier AL, Colditz GA, et al. Longitudinal relationship between television viewing and leisure-time physical activity during adolescence. *Pediatrics.* févr 2007;119(2):e314-9.
228. Videon TM, Manning CK. Influences on adolescent eating patterns: the importance of family meals. *J Adolesc Health.* mai 2003;32(5):365-73.
229. Dobbins M, Husson H, DeCorby K, LaRocca RL. School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;2:CD007651.
230. Frémeaux AE, Mallam KM, Metcalf BS, Hosking J, Voss LD, Wilkin TJ. The impact of school-time activity on total physical activity: the activitystat hypothesis (EarlyBird 46). *Int J Obes (Lond).* oct 2011;35(10):1277-83.
231. Martinez-Gomez D, Ruiz JR, Ortega FB, Veiga OL, Moliner-Urdiales D, Mauro B, et al. Recommended levels of physical activity to avoid an excess of body fat in European adolescents: the HELENA Study. *Am J Prev Med.* sept 2010;39(3):203-11.
232. Fisher A, Hill C, Webber L, Purlow L, Wardle J. MVPA is associated with lower weight gain in 8-10 year old children: a prospective study with 1 year follow-up. *PLoS ONE.* 2011;6(4):e18576.



233. Owen N. Sedentary behavior: understanding and influencing adults' prolonged sitting time. *Prev Med.* déc 2012;55(6):535-9.
234. Carson V, Janssen I. Volume, patterns, and types of sedentary behavior and cardio-metabolic health in children and adolescents: a cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2011;11:274.
235. Chaput JP, Lambert M, Mathieu ME, Tremblay MS, O' Loughlin J, Tremblay A. Physical activity vs. sedentary time: independent associations with adiposity in children. *Pediatr Obes.* juin 2012;7(3):251-8.
236. Eisenmann JC, Barteel RT, Smith DT, Welk GJ, Fu Q. Combined influence of physical activity and television viewing on the risk of overweight in US youth. *Int J Obes (Lond).* avr 2008;32(4):613-8.
237. Lioret S, Maire B, Volatier J-L, Charles M-A. Child overweight in France and its relationship with physical activity, sedentary behaviour and socioeconomic status. *Eur J Clin Nutr.* avr 2007;61(4):509-16.
238. Haifi AR Al-, Fayed MA Al-, Athari BI Al-, Ajmi FA Al-, Allafi AR, Hazzaa HM Al-, et al. Relative contribution of physical activity, sedentary behaviors, and dietary habits to the prevalence of obesity among Kuwaiti adolescents. *Food Nutr Bull.* mars 2013;34(1):6-13.
239. Beauchamp MR. Myths, presumptions, and facts about obesity. *N Engl J Med.* 6 juin 2013;368(23):2235-6.

240. Nielsen MB, Knardahl S. The healthy worker effect: Do health problems predict participation rates in, and the results of, a follow-up survey? *Int Arch Occup Environ Health*. 24 juin 2015;
241. Shephard RJ. Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *Br J Sports Med*. juin 2003;37(3):197-206; discussion 206.
242. Sitthipornvorakul E, Janwantanakul P, van der Beek AJ. Correlation between pedometer and the Global Physical Activity Questionnaire on physical activity measurement in office workers. *BMC Res Notes*. 2014;7:280.
243. Belcher BR, Moser RP, Dodd KW, Atienza AA, Ballard-Barbash R, Berrigan D. Self-Reported Versus Accelerometer-Measured Physical Activity and Biomarkers Among NHANES Youth. *J Phys Act Health*. 4 juin 2014;
244. Jacobi D, Charles M-A, Tafflet M, Lommez A, Borys J-M, Oppert J-M. Relationships of self-reported physical activity domains with accelerometry recordings in French adults. *Eur J Epidemiol*. 2009;24(4):171-9.
245. Ng AV, Kent-Braun JA. Quantitation of lower physical activity in persons with multiple sclerosis. *Med Sci Sports Exerc*. avr 1997;29(4):517-23.
246. Chen KY, Bassett DR. The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. *Med Sci Sports Exerc*. nov 2005;37(11 Suppl):S490-500.
247. Troiano RP, Pettee Gabriel KK, Welk GJ, Owen N, Sternfeld B. Reported physical activity and sedentary behavior: why do you ask? *J Phys Act Health*. janv 2012;9 Suppl

1:S68-75.

248. Sternfeld B, Goldman-Rosas L. A systematic approach to selecting an appropriate measure of self-reported physical activity or sedentary behavior. *J Phys Act Health*. janv 2012;9 Suppl 1:S19-28.
249. Inégalités sociales de santé en lien avec l'alimentation et l'activité physique : une expertise collective de l'Inserm [Internet]. [cité 14 oct 2014]. Disponible sur: <http://www.inserm.fr/espace-journalistes/inegalites-sociales-de-sante-en-lien-avec-l-alimentation-et-l-activite-physique-une-expertise-collective-de-l-inserm>
250. Dumas O, Siroux V, Le Moual N, Varraso R. [Causal analysis approaches in epidemiology]. *Rev Epidemiol Sante Publique*. févr 2014;62(1):53-63.
251. Cartwright N. *Nature's Capacities and Their Measurement* [Internet]. Oxford University Press; 1994 [cité 8 juin 2015]. Disponible sur: <http://www.oxfordscholarship.com/view/10.1093/0198235070.001.0001/acprof-9780198235071>

## ANNEXES

### Annexe 1 : IPAQ (International Physical Activity Questionnaire)

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) par semaine **IPAQ\_1a**

Je n'ai pas eu d'activité physique intense **IPAQ\_1aa**      ➔ *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) **IPAQ\_1ba**     minutes **IPAQ\_1bb**

Je ne sais pas **IPAQ\_1bc**

#### 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) par semaine **IPAQ\_2a**

Je n'ai pas eu d'activité physique modérée **IPAQ\_2aa**      ➔ *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) **IPAQ\_2ba**     minutes **IPAQ\_2bb**

Je ne sais pas **IPAQ\_2bc**

#### 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) par semaine **IPAQ\_3a**

Je n'ai pas fait de marche IPAQ\_3aa

➔ *Passez au bloc 4*

3.b. Au total, combien d'épisodes de marche d'au moins 10 minutes d'affilée, avez-vous effectués au cours des 7 derniers jours ?

    \_\_ nombre d'épisodes de 10 minutes d'affilée IPAQ\_3bd

Exemples :	Lundi 1 marche d'1 heure	→	6 épisodes
	Mardi 1 marche de 20 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
		Total	<u>11 épisodes</u>

Je ne sais pas IPAQ\_3bc

Pour vous aider à remplir cette donnée, vous pouvez compléter le tableau suivant :

### Bloc 4 : la marche 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.

4-a. Au cours des 7 derniers jours, pendant les jours de semaine, combien de temps, en moyenne, avez vous passé assis ?

    \_\_ heure(s) IPAQ\_4a    \_\_ minutes IPAQ\_4b

Je ne sais pas IPAQ\_4c

## Annexe 2 : GPAQ (Global Physical Activity Questionnaire)

Activité physique		
<p>Je vais maintenant vous poser quelques questions sur le temps que vous consacrez à différents types d'activité physique lors d'une semaine typique. Veuillez répondre à ces questions même si vous ne vous considérez pas comme quelqu'un d'actif.</p> <p>Pensez tout d'abord au temps que vous y consacrez au travail, qu'il s'agisse d'un travail rémunéré ou non, de tâches ménagères, de cueillir ou récolter des aliments, de pêcher ou chasser, de chercher un emploi. <i>[Ajouter d'autres exemples si nécessaire]</i>. Dans les questions suivantes, les activités physiques de forte intensité sont des activités nécessitant un effort physique important et causant une augmentation conséquente de la respiration ou du rythme cardiaque, et les activités physiques d'intensité modérée sont des activités qui demandent un effort physique modéré et causant une petite augmentation de la respiration ou du rythme cardiaque.</p>		
Question	Réponse	Code
Activités au travail		
1	<p>Est-ce que votre travail implique des activités physiques de forte intensité qui nécessitent une augmentation conséquente de la respiration ou du rythme cardiaque, comme [soulever des charges lourdes, travailler sur un chantier, effectuer du travail de maçonnerie] pendant au moins 10 minutes d'affilée ?</p> <p><i>[[INSÉRER DES EXEMPLES LOCAUX ET MONTRER LES CARTES]]</i></p> <p>Oui 1</p> <p>Non 2 <i>Si Non, aller à P4</i></p>	P1
2	<p>Habituellement, combien de jours par semaine effectuez-vous des activités physiques de forte intensité dans le cadre de votre travail ?</p> <p>Nombre de jours <input type="text"/></p>	P2
3	<p>Lors d'une journée habituelle durant laquelle vous effectuez des activités physiques de forte intensité, combien de temps consacrez-vous à ces activités ?</p> <p>Heures : minutes <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>hrs mins</p>	P3 (a-b)
4	<p>Est-ce que votre travail implique des activités physiques d'intensité modérée, comme une marche rapide ou [soulever une charge légère] durant au moins 10 minutes d'affilée ?</p> <p><i>[[INSÉRER DES EXEMPLES LOCAUX ET MONTRER LES CARTES]]</i></p> <p>Oui 1</p> <p>Non 2 <i>Si Non, aller à P7</i></p>	P4
5	<p>Habituellement, combien de jours par semaine effectuez-vous des activités physiques d'intensité modérée dans le cadre de votre travail ?</p> <p>Nombre de jours <input type="text"/></p>	P5
6	<p>Lors d'une journée habituelle durant laquelle vous effectuez des activités physiques d'intensité modérée, combien de temps consacrez-vous à ces activités ?</p> <p>Heures : minutes <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>hrs mins</p>	P6 (a-b)
Se déplacer d'un endroit à l'autre		
<p>Les questions suivantes excluent les activités physiques dans le cadre de votre travail, que vous avez déjà mentionnées. Maintenant, je voudrais connaître votre façon habituelle de vous déplacer d'un endroit à l'autre ; par exemple pour aller au travail, faire des courses, aller au marché, aller à votre lieu consacré au culte. <i>[Ajouter d'autres exemples si nécessaire]</i></p>		
7	<p>Est-ce que vous effectuez des trajets d'au moins 10 minutes à pied ou à vélo ?</p> <p>Oui 1</p> <p>Non 2 <i>Si Non, aller à P10</i></p>	P7
8	<p>Habituellement, combien de jours par semaine effectuez-vous des trajets d'au moins 10 minutes à pied ou à vélo ?</p> <p>Nombre de jours <input type="text"/></p>	P8
9	<p>Lors d'une journée habituelle, combien de temps consacrez-vous à vos déplacements à pied ou à vélo ?</p> <p>Heures : minutes <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>hrs mins</p>	P9 (a-b)

Question		Réponse	Code
<b>Activités de loisirs</b>			
Les questions suivantes excluent les activités liées au travail et aux déplacements que vous avez déjà mentionnées. Maintenant je souhaiterais vous poser des questions sur le sport, le fitness et les activités de loisirs. <i>[Insérer les termes appropriés]</i>			
10	Est-ce que vous pratiquez des sports, du fitness ou des activités de loisirs de forte intensité qui nécessitent une augmentation importante de la respiration ou du rythme cardiaque comme [courir ou jouer au football] pendant au moins dix minutes d'affilée ? [INSÉRER DES EXEMPLES LOCAUX ET MONTRER LES CARTES]	Oui 1  Non 2 Si Non, aller à P 13	P10
11	Habituellement, combien de jours par semaine pratiquez-vous une activité sportive, du fitness ou d'autres activités de loisirs de forte intensité ?	Nombre de jours <input type="text"/>	P11
12	Lors d'une journée habituelle, combien de temps y consacrez-vous ?	Heures : minutes <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P12 (a-b)
13	Est-ce que vous pratiquez des sports, du fitness ou des activités de loisirs d'intensité modérée qui nécessitent une petite augmentation de la respiration ou du rythme cardiaque comme la marche rapide [faire du vélo, nager, jouer au volley] pendant au moins dix minutes d'affilée ? [INSÉRER DES EXEMPLES LOCAUX ET MONTRER LES CARTES]	Oui 1  Non 2 Si Non, aller à P16	P13
14	Habituellement, combien de jours par semaine pratiquez-vous une activité sportive, du fitness ou d'autres activités de loisirs d'intensité modérée ?	Nombre de jours <input type="text"/>	P14
15	Lors d'une journée habituelle, combien de temps y consacrez-vous ?	Heures : minutes <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P15 (a-b)
<b>Comportement sédentaire</b>			
La question suivante concerne le temps passé en position assise ou couchée, au travail, à la maison, en déplacement, à rendre visite à des amis, et inclut le temps passé [assis devant un bureau, se déplacer en voiture, en bus, en train, à lire, jouer aux cartes ou à regarder la télévision] mais n'inclut pas le temps passé à dormir. [INSÉRER DES EXEMPLES LOCAUX ET MONTRER LES CARTES]			
16	Combien de temps passez-vous en position assise ou couchée lors d'une journée habituelle ?	Heures : minutes <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P16 (a-b)

### Annexe 3 : MAQ (Modifiable Activity Questionnaire)

## Questionnaire d'activité physique SU.VI.MAX. Année 2001

Numéro d'identification SU.VI.MAX :

Code:

(à quatre lettres, sur votre carte de volontaire)

Date de remplissage du questionnaire :    20    
Jour Mois Année

Ce questionnaire a pour but de quantifier votre activité physique habituelle. Il vous est demandé de décrire successivement vos loisirs, votre(vos) activité(s) professionnelle(s) et vos occupations à la maison.

**IL EST IMPORTANT DE REpondre A TOUTES LES QUESTIONS.**

### Section loisirs

**Question 1** - Parmi les activités listées ci-dessous, écrivez en clair dans le tableau en bas de page celles que vous avez pratiquées au moins 10 fois au cours des 12 derniers mois. Si vous avez pratiqué une activité absente de la liste, au moins 10 fois au cours des 12 derniers mois, notez également le nom de cette activité dans le tableau. Ne comptez pas le temps passé à marcher ou à faire du vélo pour vous rendre à votre travail, il sera comptabilisé dans la section "activité professionnelle et domestique".

Précisez la fréquence de pratique de chacune des activités reportées dans le tableau.

Aérobic	Cheval/Equitation	Hockey	Natation plaisir	Roller-skate	Tennis
Badminton	Course cross	Jardinage	Natation compét.	Rugby	Vélo plaisir
Basket-ball	Danse	Jogging	Patinage plaisir	Skateboard	Vélo vitesse
Bowling	Football	Karaté judo	Patinage compétit.	Ski alpin	Planche à voile
Boxe	Frisbee	Kayak	Pêche	Ski de fond	Voile
Canoë plaisir	Golf	Marche plaisir	Ping pong/Tennis de table	Ski nautique	VTT
Canoë compétition	Gymnastique	Marche rapide	Plongée sous-marine	Squash	...autre
Chasse	Hand-ball	Moto cross	Randonnée montagne	Surf	...autre

Exemple : vous avez fait 30 à 40 mn de jogging pendant 6 mois, de 9 à 10 fois par mois

Nom de l'activité	Nombre de mois	Nombre moyen de fois/mois	Temps moyen passé à chaque fois (en minutes)
Ex. : Jogging	6	9,5	35



**Question 2** - En général, combien d'heures par jour regardez-vous la télévision ? (notez 0 si vous ne regardez pas la télévision)

Pendant la semaine      |\_\_|\_\_| h |\_\_|\_\_| mn      par jour

Pendant le week-end      |\_\_|\_\_| h |\_\_|\_\_| mn      par jour

**Question 3** - En général, en dehors de l'activité professionnelle, combien d'heures par jour passez-vous devant l'ordinateur ou les jeux vidéos ? (notez 0 si vous ne pratiquez pas ces loisirs)

Pendant la semaine      |\_\_|\_\_| h |\_\_|\_\_| mn      par jour

Pendant le week-end      |\_\_|\_\_| h |\_\_|\_\_| mn      par jour

**Question 4** - En général, en dehors de l'activité professionnelle, combien d'heures par jour consacrez-vous à la lecture ? (notez 0 si vous ne pratiquez pas cette activité)

Pendant la semaine      |\_\_|\_\_| h |\_\_|\_\_| mn      par jour

Pendant le week-end      |\_\_|\_\_| h |\_\_|\_\_| mn      par jour

**Question 5** - Durant les 12 derniers mois, avez-vous passé plus d'une semaine alité(e) ou dans un fauteuil suite à une blessure, une maladie ou une opération ?    **Oui**  **Non**

*Si oui, combien de semaines avez vous passé alité(e) ou dans un fauteuil au cours des 12 derniers mois ?*  
.....semaines

**Question 6** - Durant les 12 derniers mois, avez-vous eu des difficultés (douleurs...) pour effectuer l'une des activités suivantes ?

a. vous lever de votre lit ou vous coucher ?      **Oui**  **Non**

b. vous asseoir ou vous lever d'une chaise ?      **Oui**  **Non**

c. traverser une petite pièce sans vous reposer ?      **Oui**  **Non**

d. marcher pendant 10 minutes sans vous reposer ?      **Oui**  **Non**

**Question 7** - Avez-vous déjà pratiqué de la compétition sportive en individuel ou par équipe (en excluant les sports pratiqués à l'école ou au lycée au titre de l'Education Physique) ?    **Oui**  **Non**

*Si oui,*

- combien d'années avez-vous pratiqué des sports en compétition ?      ..... années

- avez-vous fait de la compétition au cours des 12 derniers mois ?      **Oui**  **Non**

## Section professionnelle et domestique

Remplissez cette partie du questionnaire en distinguant vos périodes d'activité professionnelle (Question 8) de celles d'activité à la maison en dehors des loisirs (Question 9).

### Question 8 – Activité(s) Professionnelle(s)

Si, pendant les 12 derniers mois, vous étiez retraité, au foyer, au chômage, en formation ou étudiant, en invalidité ou en arrêt de travail, ne remplissez que les colonnes " profession " et " code ", et passez à la question 9.

Listez dans le tableau ci-dessous les activités professionnelles que vous avez exercées pendant plus d'un mois durant les 12 derniers mois. Ce tableau ne concerne que la(les) période(s) pendant la(les)quelle(s) vous avez eu une activité professionnelle.

Reportez-vous aux tableaux en bas de page pour remplir les colonnes " Code " et " Travail pratiqué non assis ".

Exemple : vous avez été secrétaire pendant 6 mois, puis vous avez eu 2 mois de chômage, et depuis 3 mois et demi vous êtes représentante.

ACTIVITE PROFESSIONNELLE			TEMPS DE TRAJET	TEMPS MOYEN DE TRAVAIL		TRAVAIL PRATIQUE ASSIS	TRAVAIL PRATIQUE NON ASSIS		
PROFESSION	CODE	DUREE	MARCHE OU VELO (aller et retour)	Jours/sem	Heures/jour	Heures/jour	Cochez la catégorie qui décrit le mieux votre travail (une seule réponse)		
	voir " tableau des codes " N°	au cours des 12 derniers mois Nombre de mois					Minutes/jour	A	B
Ex. : Secrétaire	1	6	5	5	7	6,5	X		
Ex. : Représentante	3	3,5	0	4	8,75	2		X	

Tableau des codes	
1. Travail dans un bureau	4. Etudiant
2. Travail à l'extérieur d'un bureau	5. Au foyer
3. Travail dans un bureau et à l'extérieur	6. Retraité
	7. Arrêt de travail, invalidité,
	8. Chômage

Tableau des catégories de travail		
Catégorie A	Catégorie B	Catégorie C
Debout sans charges lourdes Ménage léger (repasser, cuisiner, laver, dépoussiérer) Marche lente avec des arrêts	Port de charges légères Marche régulière Ménage intensif (passer la serpillière, balayer, récupérer, gratter) Jardinage (planter, désherber) Peinture, plâtrage, plomberie, soudure, électricité	Port de charges moyennes à lourdes Travail en plein air (chantier, agriculture, construction, bûcheron)

**Question 9 – Travaux domestiques et autre(s) occupation(s) à l'exception des loisirs**

Décrivez dans le tableau ci-dessous vos **occupations habituelles à la maison (hormis vos loisirs)** : ménage, achats, entretien/réparation d'intérieur et d'extérieur, déplacements à pied ou à vélo (en dehors des loisirs et des trajets liés à l'activité professionnelle). **Si vous avez déclaré le jardinage ou le bricolage dans la section loisirs, ne le remettez pas dans le tableau ci-dessous.** Ce tableau ne concerne que les moments ou périodes en dehors de l'activité professionnelle.

**Reportez-vous au tableau de la page précédente pour remplir la colonne " Temps non assis ".**

ACTIVITE		TEMPS DE TRAJET	TEMPS MOYEN PASSE A CES OCCUPATIONS		TEMPS ASSIS	TEMPS NON ASSIS		
TYPE	DUREE au cours des 12 derniers mois	MARCHE OU VELO (aller et retour)	Jours/sem	Heures/jour	Heures/jour	Cochez la catégorie qui décrit le mieux votre travail (une seule réponse)		
	Nombre de mois	Minutes/jour				A	B	C
Ex. : recherche de travail	3	30	5	2	1,5	X		
Ex. : ménage et travaux domestiques	12	0	3	1	0	X		

**Question 10 -** Durant les 12 derniers mois, quelle a été la durée totale de vos congés ?

..... jours

**Question 11 -** Si vous considérez que les tableaux de la "Section Professionnelle et Domestique" ne permettent pas de décrire votre activité (hors loisirs) de façon satisfaisante, précisez :

**Annexe 4 : WHOQOL-BREF (World Health Organization Quality of Life questionnaire - Short form)**

**WHOQOL-BREF**

Date : ..... Nom : ..... Prénom : .....

**CONSIGNE**

*Les questions suivantes expriment des sentiments sur ce que vous éprouvez actuellement. Aucune réponse n'est juste, elle est avant tout personnelle.*

	Très faible	faible	ni faible ni bonne	bonne	très bonne
1 Comment évaluez-vous votre qualité de vie ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	très insatisfait(e)	insatisfait(e)	ni satisfait(e) ni insatisfait(e)	satisfait(e)	très satisfait(e)
2 Etes-vous satisfait(e) de votre santé ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Pas du tout	un peu	modérément	beaucoup	extrêmement
3 La douleur physique vous empêche t'elle de faire ce dont vous avez envie ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Avez-vous besoin d'un traitement médical quotidiennement ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Aimez-vous votre vie ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 Estimez-vous que votre vie a du sens ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 Etes-vous capable de vous concentrer ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 Vous sentez-vous en sécurité dans votre vie quotidienne ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 Vivez-vous dans un environnement sain ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 Avez-vous assez d'énergie dans votre vie quotidienne ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11 Acceptez-vous votre apparence physique ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12 Avez-vous assez d'argent pour satisfaire vos besoins ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13 Avez-vous accès aux informations nécessaires pour votre vie quotidienne ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14 Avez-vous souvent l'occasion de pratiquer des loisirs ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	<b>très difficilement</b>	<b>difficilement</b>	<b>assez facilement</b>	<b>facilement</b>	<b>très facilement</b>
15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<b>très insatisfait(e)</b>	<b>insatisfait(e)</b>	<b>ni satisfait(e) ni insatisfait(e)</b>	<b>satisfait(e)</b>	<b>très satisfait(e)</b>
16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<b>très insatisfait(e)</b>	<b>insatisfait(e)</b>	<b>ni satisfait(e) ni insatisfait(e)</b>	<b>satisfait(e)</b>	<b>très satisfait(e)</b>
18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<b>jamais</b>	<b>parfois</b>	<b>assez souvent</b>	<b>très souvent</b>	<b>tout le temps</b>
26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Vérifiez s'il vous plaît que vous avez répondu à toutes les questions*

*Merci de votre participation*

## Annexe 5 : DHP (DUKE Health Profile)

# PROFIL DE SANTE DE DUKE

Copyright 1989 by the Department of Community and Family Medicine  
Duke University Medical Center, Durham, N.C., U.S.A.

### Instructions

Voici une série de questions sur votre santé telle que vous la ressentez. Veuillez lire attentivement chacune de ces questions. Cochez la réponse qui vous convient le mieux. Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse.

	Oui, c'est tout-à-fait mon cas	C'est à peu près mon cas	Non, ce n'est pas mon cas
1. Je me trouve bien comme je suis .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Je ne suis pas quelqu'un de facile à vivre.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Au fond, je suis bien portant .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Je me décourage trop facilement.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. J'ai du mal à me concentrer .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Je suis content de ma vie de famille .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Je suis à l'aise avec les autres .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

AUJOURD'HUI	Pas du tout	Un peu	Beaucoup
8. Vous auriez du mal à monter un étage .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Vous auriez du mal à courir une centaine de mètres .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

AU COURS DES 8 DERNIERS JOURS	Pas du tout	Un peu	Beaucoup
10. Vous avez eu des problèmes de sommeil .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Vous avez eu des douleurs quelque part.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Vous avez eu l'impression d'être vite fatigué(e) .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Vous avez été triste ou déprimé(e) .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Vous avez été tendu(e) ou nerveux(se).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

AU COURS DES 8 DERNIERS JOURS:	Pas du tout	Un peu	Beaucoup
15. Vous avez rencontré des parents ou des amis .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(conversation, visite)			
16. Vous avez eu des activités de groupes (réunion, activités religieuses, association...) ou de loisirs.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(cinéma, sport, soirées...)			

AU COURS DES 8 DERNIERS JOURS:	Pas du tout	1-4 jours	5-7 jours
17. Vous avez dû rester chez vous ou faire un séjour en clinique ou à l'hôpital pour raison de santé .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(maladie ou accident)			