



**HAL**  
open science

# Intérêt de la littératie physique chez les collégiens en situation de surpoids et d'obésité

Charlie Nezondet

## ► To cite this version:

Charlie Nezondet. Intérêt de la littératie physique chez les collégiens en situation de surpoids et d'obésité. Education. Université de Pau et des Pays de l'Adour, 2023. Français. NNT : 2023PAUU3063 . tel-04470897v2

**HAL Id: tel-04470897**

**<https://theses.hal.science/tel-04470897v2>**

Submitted on 21 Feb 2024

**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.

# THESE

UNIVERSITE DE PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR

Ecole doctorale Sciences Sociales et Humanités (ED 481)

Présentée et soutenue le 17/11/2023

par **Charlie Nezonet**

pour obtenir le grade de docteur  
de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour

**Spécialité : Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (STAPS) Section 74 CNU**

Intérêt de la Littérature Physique chez les collégiens en situation de  
surpoids et obésité

## MEMBRES DU JURY

### PRESIDENT DU JURY

- David THIVEL                      Professeur des Universités / Université de Clermont-Auvergne – Laboratoire AME2P

### RAPPORTEURS

- François POTDEVIN              Professeur des Universités / Université de Lille – Laboratoire URePSSS

### EXAMINATEURS

- Christelle JAFFRE                Professeur des Universités / Université de Picardie Jules Verne – Laboratoire B3OA
- Lena LHUISSET                    Maître de Conférence (HDR) / Université UPPA – Laboratoire MEPS
- Olivier REY                        Maître de Conférence / Université d'Aix-Marseille – Laboratoire CNRS ISM

### DIRECTEURS

- Gautier ZUNQUIN                Maître de Conférence (HDR) / Université UPPA – Laboratoire MEPS

### INVITES

- Philippe NGUYEN                Docteur en Médecine / Centre Hospitalier de la Côte Basque (CHCB)



# Sommaire

<b>1 ) CADRE THEORIQUE</b>	<b>22</b>
<b>1.1 LE SURPOIDS ET L'OBESITE : GENERALITES</b>	<b>23</b>
1.1.1 DEFINITION, DIAGNOSTIC ET SURVEILLANCE DU SURPOIDS ET L'OBESITE PEDIATRIQUE	23
1.1.2 LA PREVALENCE DU SURPOIDS ET DE L'OBESITE DES ADOLESCENTS, DE L'INTERNATIONAL AU REGIONAL	25
1.1.3 L'ETIOLOGIE DU SURPOIDS ET DE L'OBESITE CHEZ LES ADOLESCENTS : L'INTERACTION ENTRE DES FACTEURS GENETIQUES ET DES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX	27
<b>1.2 LES CONSEQUENCES DU SURPOIDS ET DE L'OBESITE PEDIATRIQUE SUR LA PRATIQUE D'ACTIVITE PHYSIQUE</b>	<b>37</b>
1.2.1 LES CONSEQUENCES DU SURPOIDS ET DE DE L'OBESITE PEDIATRIQUE SUR LA CONDITION PHYSIQUE	37
1.2.2 LES CONSEQUENCES DU SURPOIDS ET DE L'OBESITE PEDIATRIQUE SUR LES HABILITES MOTRICES	40
1.2.3 LES CONSEQUENCES DU SURPOIDS ET DE L'OBESITE SUR LES PARAMETRES PSYCHOLOGIQUES ET MOTIVATIONNELS A L'ACTIVITE PHYSIQUE	42
1.2.4 LES CONSEQUENCES DU SURPOIDS ET DE L'OBESITE PEDIATRIQUES SUR LES NIVEAUX D'ACTIVITE PHYSIQUE ET LE COMPORTEMENT SEDENTAIRE	43
1.2.5 <b>LES CONSEQUENCES SUR LA SANTE DE FAIBLES NIVEAUX D'ACTIVITE PHYSIQUE QUOTIDIENS ET DU COMPORTEMENT SEDENTAIRE ELEVE</b>	<b>47</b>
<b>1.3 RECOMMANDATIONS ET PRISE EN CHARGE PAR L'ACTIVITE PHYSIQUE ADAPTEE DES ADOLESCENTS EN SITUATION DE SURPOIDS ET D'OBESITE</b>	<b>49</b>
1.3.1 LA PRISE EN CHARGE PAR L'APA INCLUSE DANS LE PARCOURS DE SOINS DE L'ADOLESCENT EN SITUATION DE SURPOIDS ET D'OBESITE	49
1.3.2 LES RECOMMANDATIONS EN AP POUR LES ENFANTS ET ADOLESCENTS, PRINCIPES DE LA PEC EN APA DES ADOLESCENTS EN SITUATION DE SURPOIDS ET D'OBESITE :	50
1.3.3 ROLE ET PRATIQUE DE L'ACTIVITE PHYSIQUE CHEZ L'ADOLESCENT OBESE (ETUDE 1)	53
1.3.4 LES MODALITES EFFICACES DANS LES PROGRAMMES DE PRISE EN CHARGE EN APA DE L'ADOLESCENT EN SITUATION DE SURPOIDS ET D'OBESITE	58
1.3.5 LIMITES DES INTERVENTIONS EN AP DANS LA PRISE EN CHARGE DES ADOLESCENTS EN SITUATION DE SURPOIDS ET D'OBESITE	66
<b>1.4 LA LITTERATIE PHYSIQUE</b>	<b>68</b>

1.4.1	HISTORIQUE DU CONCEPT DE LITTERATIE PHYSIQUE	68
1.4.2	EVOLUTIONS ET DEVELOPPEMENT DE LA DEFINITION DU CONCEPT « ACTUEL » DE LA LITTERATIE PHYSIQUE	69
1.4.3	DEFINITION ET ANALYSE DES DIFFERENTES COMPOSANTES DE LA LITTERATIE PHYSIQUE	72
1.4.4	LIENS THEORIQUES ENTRE LES DIFFERENTES DIMENSIONS DE LA LITTERATIE PHYSIQUE DANS UN BUT DE SANTE	75
1.4.5	EVALUATION DU NIVEAU DE LITTERATIE PHYSIQUE	78
<b>1.5</b>	<b>INTERET DE LA LITTERATIE PHYSIQUE POUR LA SANTE DE L'ADOLESCENT</b>	<b>85</b>
1.5.1	LE DEVELOPPEMENT DE LA LITTERATIE PHYSIQUE DE L'ENFANCE A L'ADOLESCENCE	85
1.5.2	LES RELATIONS ENTRE LE NIVEAU DE LITTERATIE PHYSIQUE ET LA SANTE CHEZ LES ADOLESCENTS	88
1.5.3	LES PROGRAMMES D'INTERVENTION DEVELOPPANT LA LITTERATIE PHYSIQUE A DES FINS DE SANTE CHEZ LES ADOLESCENTS	91
1.5.4	LA LITTERATIE PHYSIQUE DANS LA PRISE EN CHARGE EN APA DES ADOLESCENTS EN SURPOIDS ET OBESES	95
<b>2</b>	<b>PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DE LA RECHERCHE</b>	<b>97</b>
2.1	SYNTHESE :	98
2.2	OBJECTIFS ET HYPOTHESES	98
<b>3</b>	<b>CONTRIBUTION PERSONNELLE</b>	<b>100</b>
3.1	CONTEXTE DU TRAVAIL DE RECHERCHE	101
3.1.1	CONTEXTE GENERAL	101
3.1.2	OBJECTIFS ET ACTEURS DU PROJET	101
3.1.3	DEROULE DU PROJET	102
3.2	ETUDE 2. ASSOCIATIONS ENTRE LA LITTERATIE PHYSIQUE PERÇUE, LA CONDITION CARDIO-RESPIRATOIRE, LA COMPOSITION CORPORELLE ET LES NIVEAUX D'ACTIVITE PHYSIQUE CHEZ LES COLLEGIENS	104
3.2.1	SYNTHESE DE L'ETUDE 2 ET INTRODUCTION A L'ETUDE 3	117
3.3	ETUDE 3. LES EFFETS D'UNE INTERVENTION BASEE SUR LA LITTERATIE PHYSIQUE POUR AUGMENTER LES NIVEAUX D'ACTIVITE PHYSIQUE ET AMELIORER LES INDICATEURS DE SANTE CHEZ LES ADOLESCENTS EN SITUATION DE SURPOIDS ET OBESE (CAPACITES 64)	119
3.3.1	SYNTHESE DE L'ETUDE 3 ET INTRODUCTION A L'ETUDE 4	140

<b>3.4</b>	<b>ETUDE 4. EFFETS A LONG TERME D'UNE INTERVENTION BASEE SUR LE DEVELOPPEMENT DE LA LP SUR NIVEAUX D'ACTIVITE PHYSIQUE ET LES INDICATEURS DE SANTE CHEZ LES ADOLESCENTS EN SURPOIDS OU OBESES</b>	<b>142</b>
3.4.1	SYNTHESE DE L'ETUDE 4	170
<b>4</b>	<b>) DISCUSSION GENERALE ET CONCLUSION</b>	<b>172</b>
4.1.1	DISCUSSION GENERALE	173
4.1.2	CONCLUSION	182
<b>5</b>	<b>) BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>184</b>
<b>6</b>	<b>) ANNEXES :</b>	<b>228</b>
6.1	ANNEXE 1: COURBES DE CORPULENCE FRANÇAISES FILLE GARÇONS (HAUTE AUTORITE DE SANTE, 2022)	229
6.2	ANNEXE 2 : PARCOURS SURPOIDS ET OBESEITE DE L'ENFANT ET DE L'ADOLESCENT(E) (HAUTE AUTORITE DE SANTE, 2022)	231
6.3	ANNEXE 3 : LIGNES DIRECTRICES DE L'OMS SUR L'ACTIVITE PHYSIQUE ET LA SEDENTARITE – ENFANTS ET ADOLESCENTS (ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE, 2020)	232
6.4	ANNEXE 4 : DIRECTIVES CANADIENNES EN MATIERE DE MOUVEMENT SUR 24H POUR LES 5-17 ANS (TREMBLAY, CARSON, & CHAPUT, 2016)	233
6.5	ANNEXE 5 : EVOLUTION DES HABILITES (ADOLESCENT). EXEMPLE POUR LA NATATION (HIGGS ET AL., 2019)	234
6.6	ANNEXE 6 : NOTICE D'INFORMATION DESTINEE AUX PARENTS	235
6.7	ANNEXE 7 : FORMULAIRE DE CONSENTEMENT ECLAIRE	237

# Remerciements

Tout d'abord, je souhaite remercier l'ensemble des adolescents du projet CAPACITES 64 ainsi que leur famille. Sans vous, ce projet ainsi que ce travail doctoral n'auraient pas pu exister. Tout simplement BRAVO pour tous vos efforts et les progrès que vous avez fournis depuis le début du projet.

Gautier, En tant que directeur de thèse, ton encadrement, ton apprentissage du milieu universitaire et tes conseils ont été indispensables à la réalisation de ce travail de trois ans. Je souhaite te remercier pour cela. Mais je souhaite surtout te dire MERCI pour m'avoir fait confiance et pour la facilité et la simplicité de nos relations. Cette bonne entente et ce professionnalisme nous ont permis d'ouvrir de nombreuses perspectives de projets futurs. Merci également pour le partage de tes relations qui ont permis de constituer l'ensemble des points étapes de mon travail doctoral. Merci au Pr Rawad El Hage, et au Dr Antonio Pinti.

Philippe, tu as été le co-encadrant principal de la réalisation de ce travail doctoral. Un grand merci pour ce maintien de confiance qui dure maintenant depuis des années, pour tes conseils précieux en matière d'insertion professionnelle et de positionnement pour les futures collaborations entre l'Université de Pau et Pays de l'Adour (UPPA) et le Centre Hospitalier de la Côte Basque (CHCB). Un grand merci qui en amènera d'autres... Je souhaite également remercier l'entièreté du personnel du CHCB et notamment l'équipe de direction. Le CHCB a été une structure indispensable dans la réalisation de ce projet. Des remerciements tout particuliers pour l'équipe de l'Unité Transversale des Activités Physiques pour la Santé (UTAPS) (Caroline, Miren, Hugo, Julie, Jade, Lola, Amélie...) pour leur collaboration et leur aide durant tout le projet.

Je remercie l'ensemble de mon jury de thèse. Tout d'abord mes rapporteurs, Pr Potdevin François et Pr Thivel David ainsi que mes examinateurs, Pr Christelle Jaffré, Mme Lhuisset Léna

(MCF HDR) et M Rey Olivier (MCF HDR). Merci d'avoir accepté d'évaluer et d'examiner ce travail doctoral. Merci pour l'ensemble des conseils qui ont permis d'améliorer ce manuscrit.

Julien, j'ai dû déjà te dire de nombreuses fois merci et c'est bien normal. Merci pour ton écoute, nos échanges et tes précieux conseils. La symétrie de nos parcours permet d'enrichir nos discussions et de consolider notre amitié. A très vite pour de nouvelles aventures.

Merci à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA) et aux financeurs du projet Energy and Environment Solutions (E2S UPPA) pour le financement durant ces 3 ans de recherches. Je mesure amplement l'opportunité d'avoir eu une thèse financée sur le territoire.

De nombreux remerciements au Directeur du laboratoire Mouvement Equilibre Performance et Santé (MEPS) Thierry Paillard et à l'ensemble de l'équipe : Enseignants-chercheurs, chercheurs associés, ingénieurs de recherche et doctorants. Merci à vous pour les conseils et l'apprentissage du milieu de la recherche. Les congrès, les séminaires et les moments d'échange ont été agréables à partager. Merci également à l'ensemble du personnel de l'UPPA : Service appel à projet, secrétariat, Ressources Humaines...

Les collègues STAPS, Aurélien, Adeline et Fred, merci à vous pour les 3 ans. Merci à vous pour l'accueil et l'intégration. Aucune prise de tête en 3 ans, c'est important de le souligner. Merci également aux stagiaires STAPS pour leur travail dans la réalisation de séances d'Activité Physique Adaptée (APA).

Merci également à François, Joseph et Thibaut de L'unité de Recherche Pluridisciplinaire Sport, Santé, Société (URePSSS) de l'Université de Lille. Vous avez été précieux dans l'approfondissement du concept de Littératie Physique.

Pour continuer dans les remerciements, je souhaite remercier les acteurs partenaires du projet CAPACITES 64.

Merci au Conseil Départemental des Pyrénées-Atlantiques (CD 64) et notamment M. Dupont, M. Vissieres et Mme Bordenave. En tant que commanditaire principal de ce projet, votre soutien financier ainsi que vos appuis relationnels au niveau politique ont été des atouts indispensables à la réalisation de ce travail.

Un grand merci au collège Marracq et à l'ensemble de l'équipe de direction et pédagogique. La disponibilité du gymnase et votre aide à la communication avec les familles ont été précieuses. Clin d'œil particulier à Olivier, Jean, Éric, Stéphane, Myriam, Emilie, Corinne, Véronique et Ghislaine.

Merci également à la Maison Sport Santé NivAdour (Gérard, Rémi et Pascal). Il était important d'offrir une opportunité de pratique d'AP aux adolescents de CAPACITES 64 après le projet de recherche. Par vos compétences et votre gentillesse, vous avez su relever le défi à merveille.

Merci également aux pédiatres de Pédiapôle à Anglet.

Je vais terminer par des remerciements plus personnels. Merci à ma copine, mes ami(e)s, mon frère ainsi que ma mère. Votre présence est indispensable à mon équilibre.



## Glossaire :

6MWT : 6 Minutes Walking Test

ADN : Acide DésoxyriboNucléique

AFC : Analyse Factorielle Confirmatoire

AP : Activité Physique

APA : Activité Physique Adaptée

APMV : Activité Physique d'intensité Modérée à Vigoureuse

ARN : Acide RiboNucléique

ARS : Agence Régionale de Santé

ATP : Adenosine TriPhosphate

BF : Body Fat

BM : Body Mass

BMI : Body Mass Index

BPM : Battements Par Minute

CAEPL : Chinese Assessment and evaluation of physical literacy

CAMSA : Canadian Agility and Movement Skill Assessment

CAPL : Canadian Assessment Physical Literacy

CCR : Condition CardioRespiratoire

CD64 : Conseil Départemental des Pyrénées Atlantiques (64)

CER STAPS : Comité Ethique de la Recherche STAPS

CHCB : Centre Hospitalier de la Côte Basque

CMI-11 : Classification Internationale des Maladies

COSI : Childhood Obesity Surveillance Initiative

CP : Condition Physique

CRF : CardioRespiratory Fitness

CRF : Compliance Pulmonaire

CS : Comportement Sédentaire

CSO : Centre Spécialisé Obésité

CVF : Capacité Vitale Focrée

EASO : European Association for the Study of Obesity

ENNS : Etude Nationale Nutrition Santé

EPS : Education Physique et Sportive

FC : Fréquence Cardiaque

FFM : Free Fat Mass

FM : Fat Mass

FMS : Fundamental Motor Skill

GAPPA : Global Action Plan on Physical Activity

GWAS : Genome-Wide Association Studies

HALO : Healthy Active Living and Obesity research group

HAS : Haute Autorité de Santé

HM : Habiletés Motrices

HR : Heart Rate

IC : Intervalle de Confiance

ICAPS : Intervention Ciblant l'Activité Physique et la Sédentarité

IMC : Indice de Masse Corporelle

IOTF : International Obesity Task Force

IP : Inactivité Physique

IPLA : International Physical Literacy Association

Kcal : Kilo Calorie

KJ : KiloJoule

LEP : Leptine

LP : Littératie Physique

LPA : Light Physical Activité

MEPS : Mouvement Equilibre Performance Santé

MET : Metabolic Equivalent of Task

MG : Masse Grasse

MM : Masse Musculaire

MMS : Masse Musculaire Squelettique

MPAM-R : Motives for Physical Activity Measure – Revised

MVPA : Moderate to Vigorous intensity Physical Activity

NAFLD : Non Alcoholic Fatty Silver Disease

NAP : Niveau(x) d'Activité Physique

NAPQ : Niveau(x) d'Activité Physique Quotidiens

OMA : Obesity Medical Association

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OR : Odd Ratio

PA : Physical Activity

PAS : Pression Artérielle Systolique

PCSK1 : proprotéine convertase 1

PEC : Prise En Charge

PEPL : Physical Education and Physical Literacy

PFL : Passport For Life

PI : Physical Inactivity

PL : Physical Literacy

PLAY : Physical Literacy Assessment for Youth

PLIRT : Physical Literacy Interventions Reporting Template

PLOT : Physical Literacy Observatory Tool

PLUS : Physical Literacy for University Students

PMA : Puissance Maximale Aérobie

PNNS : Plan National Nutrition Santé

POMC : pro-opiomélanocortine

PPLI : Perceived Physical Literacy Instrument

PSDQ : Physical Self-Description Questionnaire

QR : Quotient Respiratoire

REP : Rating of Perceived Exertion

RéPPOP : Réseau de Prévention et de Prise en charge de l'Obésité Pédiatrique

RJT : Running, Jumping and Throwing

SEM : Structural Equation Modeling

SB : Sedentary Behavior

SMM : Skeletal Muscle Mass

SSE : Statut Socio-Economique

SV : Seuil Ventilatoire

TGMD : Test of Gross Motor Development

TMNA-20 : Test Marche/course Navette Adapté

UPPA : Université de Pau et des Pays de l'Adour

UTAPS : Unité Transversale des Activités Physiques pour la Santé

VE : Volume Expiré

VEMS : Volume d'Expiration Maximal Seconde

VMA : Vitesse Maximale Aérobie

VO2 : Volume Maximal d'Oxygène

WHO : World Health Organization

YPAQ : Youth Physical Activity Questionnaire

YRBSS : Youth Risk Behavior Surveillance System

## Liste des figures :

Figure 1 : Prévalence du surpoids (obésité incluse) chez les 6-17 ans. Comparaison des données ENNS 2006 / ESTEBAN 2015 (Équipe de surveillance et d'épidémiologie nutritionnelle (Esen), 2020)

Figure 2 : Adaptation de la figure « Conceptual framework describing the etiology of childhood obesity » (Ang et al., 2013).

Figure 3 : Adaptation de la figure « Visual Representations of Defining Attributes, Antecedents, and Consequences of an Obesogenic Environment » (Gauthier & Krajicek, 2013)

Figure 4 : Représentation schématique de l'interdépendance du surpoids et de l'obésité avec l'IP et le CS sur la santé des adolescents

Figure 5 : Adaptation de la figure de « estimated distribution of movement behaviors over the 24hour period » (Chaput et al., 2014)

Figure 6 : Adaptation du modèle socio-écologique de Sallis et al, (J. Sallis et al., 1998) avec les différents facteurs d'influence sur le comportement d'AP de l'adolescent

Figure 7 : Adaptation du modèle « Adapted ecological model of the determinants of physical activity » (Bauman et al., 2012)

Figure 8 : Représentation schématique des liens entre les différentes dimensions de la littératie physique

Figure 9 : Adaptation de la figure « Conceptual model linking physical literacy, physical activity and health » (Cairney, Dudley, et al., 2019)

Figure 10 : Echelle 100mm d'évaluation des habiletés motrices de l'outil PLAY

Figure 11 : Détail des composantes et leur système de notation de l'outil CAPL-2 adapté de la figure « Comprehensive Scoring System »

Figure 12 : Adaptation française du « cycle de développement de la littératie physique » (Jurbala, 2015)

Figure 13 : Logo du projet CAPACITES 64

Figure 14 : Flowchart résumant le design du projet CAPACITES 64

## Liste des tableaux :

Tableau 1 : Comparaison des NAPQ mesurées objectivement entre les adolescents en situation de surpoids et d'obésité et leurs homologues normo-pondérés

Tableau 2 : Evolution de la définition de la littératie physique de Whitehead (tableau inspiré et traduit de Young et al, (Young et al., 2020)

Tableau 3 : Recommandations pour développer la compétence physique de la LP chez les enfants

Tableau 4 : Résumé des interventions ou programmes d'intervention développant la LP chez les adolescents. Tableau conçu à partir de l'adaptation des tableaux « A tabular overview of the basic delivery characteristics of the included intervention studies » (Carl, Barratt, Töpfer, et al., 2022) « Detailed summary of original research articles » (Cornish et al., 2020) et « Table 4 . Summary of PL intervention » (Liu & Chen, 2021). Des connaissances apportées par Kozera, (Kozera, 2017) ont été rajoutées.

Tableau 5 : Présentation de « reporting template » (PLIRT). Tableau adapté de « development, explanation, and presentation of the Physical Literacy Interventions Reporting Template (PLIRT) » (Carl, Barratt, et al., 2023)

Tableau 6 : Acteurs du projet CAPACITES 64 et tâches réalisées

Tableau 7 : Utilisation du modèle PLIRT (Carl, Barratt, et al., 2023) pour le rapport de l'intervention CAPACITES 64

## Résumé

Promouvoir la pratique d'Activité Physique (AP) est un des objectifs principaux de la prévention et de Prise En Charge (PEC) du surpoids et de l'obésité pédiatriques. En effet, la pratique d'AP engendre de nombreux bénéfices physiques, psychologiques et sociaux pour lutter contre l'apparition ou la progression du surpoids et de l'obésité chez les adolescents. Cependant, ce public peine à être actif physiquement. L'Inactivité Physique (IP) qualifiée comme « comportement obésogène » peut s'expliquer notamment par l'absence d'environnements favorables à la pratique d'AP et des limitations physiques et psycho-motivationnelles dues à la surcharge pondérale. La mise en place de programmes PEC en AP pour les adolescents en situation de surpoids et d'obésité doit donc tenir compte de leurs environnements physiques et sociaux ainsi que de leurs différentes limitations à l'AP. Introduire le concept de Littératie Physique (LP) dans la PEC en AP de ce public paraît donc approprié car la LP prend en compte l'environnement de l'individu (liée au modèle socio-écologique) et les aspects physiques et psycho-motivationnels de l'AP.

L'objectif de ce travail doctoral a été de développer un programme d'intervention basé sur le développement de la LP à destination des adolescents en situation de surpoids et obésité permettant d'augmenter leur Activité Physique d'intensité Modérée à Vigoureuse (APMV) et d'améliorer leurs indicateurs de santé.

Dans une première étude, nous avons effectué une synthèse des recommandations d'AP et précisé le rôle de la pratique d'AP chez l'adolescent en situation de surpoids et obésité. En conclusion de cette étude, promouvoir la pratique d'AP chez ce public passe par la mise en place d'un programme d'Activité Physique Adaptée (APA) pluridisciplinaire et intégré au milieu de vie de l'adolescent.

La deuxième étude de ce travail s'est intéressée aux relations entre LP, APMV et indicateurs de santé (composition corporelle et Condition Cardio-Respiratoire (CCR)) chez 85 adolescents collégiens. Nous avons supposé que les adolescents ayant une LP élevée étaient aussi ceux ayant des APMV élevés et des indicateurs de santé favorables. Les principaux résultats montrent que la LP est associée positivement aux APMV, à la CCR et au % de Masse Musculaire Squelettique (%MMS). La LP est également associée négativement au % de Masse Grasse (%MG). Ces résultats confirment nos hypothèses de départ et des liens entre la LP, les APMV et les indicateurs de santé. Ils permettent donc d'entrevoir l'hypothèse que

le développement de la LP peut permettre une augmentation des APMV et de la santé des adolescents. Cette étude a par ailleurs permis d'identifier les adolescents cibles pour notre intervention.

Les études 3 et 4 relatent les résultats de l'intervention CAPACITES 64 sur 14 adolescents en situation de surpoids et d'obésité. Cette intervention de 15 mois avait donc pour objectif de développer la LP dans le groupe d'adolescents ciblés. L'ensemble des paramètres ont été évalués objectivement (0, 9 et 15 mois), la LP avec le Canadian Assessment Physical Literacy (CAPL), les APMV avec de l'accélérométrie, la CRR par un test de marche course navette adapté et la composition corporelle par de l'impédancemétrie. Cette intervention a permis d'augmenter la LP de 10.6 ( $\pm 9.1$ ) points ( $p \leq 0.01$ ), de diminuer le %MG de 4.5% ( $\pm 1.8$ ) et l'IMC zscore de -0.4 ( $\pm 0.4$ ) ( $p \leq 0.01$ ). Elle a également permis d'augmenter le %SMM de 2.6 ( $\pm 2.7$ ) ( $p \leq 0.01$ ), la CRR de 2.7 ml.min.kg-1 ( $\pm 2.1$ ) ( $p \leq 0.01$ ) et les APMV de 8.5 min/jour ( $\pm 18.3$ ) ( $p = 0.09$ ) après 15 mois.

Ce travail de doctorat a donc montré que le développement la LP chez les adolescents en situation de surpoids et d'obésité était une stratégie prometteuse pour augmenter leur comportement actif et améliorer leur santé à long terme. De plus, l'intervention CAPACITES 64 montre qu'une approche systémique dans l'environnement de l'adolescent est adaptée à ce public pour promouvoir l'AP.

## Abstract

Promoting Physical Activity (PA) is one of the main objectives in the prevention and treatment of paediatric overweight and obesity. PA has many physical, psychological and social benefits in the fight against the emergence or progression of overweight and obesity in adolescents. However, this population has difficulty being physically active. Physical Inactivity (PI), described as "obesogenic behaviour", can therefore be explained by environmental opportunities that are unfavourable to the practice of PA and physical and psycho-motivational limitations due to excess weight. The implementation of PA support programmes for overweight and obese adolescents must therefore take into account their physical and social environments as well as their various limitations to PA. It therefore seems appropriate to introduce the concept of Physical Literacy (PL) into PA support for this population. PL takes into account the individual's environment ("socio-ecological" model) and the physical and psycho-motivational aspects of PA. The aim of this thesis is to develop an intervention based on the



development of PL for overweight and obese adolescents, enabling them to increase their Moderate to Vigorous Physical Activity (MVPA) and improve their health indicators.

In the first study, we summarised the roles and guidelines for PA in overweight and obese adolescents. In conclusion, this study shows that promoting PA in this population requires the implementation of a multidisciplinary adapted exercise programme that is integrated into the adolescent's environment.

The second study in this thesis explored the relationship between PL, MVPA and health indicators (body composition and Cardio-Respiratory Fitness (CRF)) in 85 adolescents at secondary school. We presumed that adolescents with a high PL were also those with high MVPA and favourable health indicators. The main results show that PL is positively associated with MVPA, CRF and % Skeletal Muscle Mass (%SMM). LP is also negatively associated with % Body Fat (%BF). These results confirm our initial hypotheses and the links between PL, MVPA and health indicators. They therefore suggest that the development of PL may increase MVPA and the health of adolescents. This study also enabled us to identify the adolescents targeted by our intervention.

Studies 3 and 4 focus on the results of the CAPACITES 64 intervention on 14 overweight and obese adolescents. The aim of this 15-month intervention was to develop PL in the target group of teenagers. All the parameters were assessed objectively (0, 9 and 15 months), the PL with the Canadian Assessment Physical Literacy (CAPL), the MVPA with accelerometry, the CRF with an adapted shuttle running test and the body composition with impedancemetry. This intervention increased PL by 10.6 ( $\pm 9.1$ ) points ( $p \leq 0.01$ ), decreased %MG by 4.5% ( $\pm 1.8$ ) and BMI zscore by -0.4 ( $\pm 0.4$ ) ( $p \leq 0.01$ ). It also increased %SMM by 2.6 ( $\pm 2.7$ ) ( $p \leq 0.01$ ), CRF by 2.7 ml.min.kg<sup>-1</sup> ( $\pm 2.1$ ) ( $p \leq 0.01$ ) and MVPA by 8.5 min/day ( $\pm 18.3$ ) ( $p = 0.09$ ) after 15 months. This thesis therefore showed that developing PL in overweight and obese adolescents was a promising strategy for increasing their active behaviour and improving their long-term health. Moreover, the CAPACITES 64 intervention shows that a systemic approach in the adolescent's environment is adapted to these adolescents in order to promote PA.

# Introduction

Depuis 2018, l'obésité est reconnue comme maladie par la Classification Internationale des Maladies (CIM-11). Cette pathologie est définie par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) comme « une accumulation anormale ou excessive de graisse qui présente un risque pour la santé » (WHO, 2022). L'OMS considère le surpoids et l'obésité comme l'un des principaux problèmes de santé du 21<sup>ème</sup> siècle (WHO, 2022; WHO European Childhood Obesity Surveillance Initiative (COSI), 2021) car ils seraient responsables de 1,2 million de décès chaque année en Europe (WHO, 2022).

Dans les pays occidentaux, la prévalence du surpoids et de l'obésité pédiatrique atteint 24.9% pour les adolescents âgés de 10 à 19 ans (WHO, 2022). En France, la prévalence du surpoids et de l'obésité pédiatrique a été en constante augmentation depuis 1970. Entre 1970 et 1996, la prévalence du surpoids a augmenté de 7% (6% en 1970 à 13% en 1996). Depuis 2006, la prévalence atteint environ 18% (3-17 ans) dont 3,5% d'obésité (Haute Autorité de Santé, 2011) et s'est stabilisée à 17% (dont 4% d'obésité) jusqu'en 2015. Depuis, nous assistons à une nouvelle augmentation de la prévalence qui atteint aujourd'hui 21% (6% d'obésité incluse) (OBEPI-ROCHE, 2020; Verdot et al., 2017).

Les politiques nationales successives (Plan National Nutrition Santé (PNNS)) visent à mettre en place des plans et stratégies de prévention et/ou de Prise En Charge (PEC) du surpoids et de l'obésité pédiatrique. En 2023, le rapport Laville suggère que prévenir, dépister, accompagner et suivre les enfants et adolescents de manière optimale permettra de diminuer la prévalence du surpoids et de l'obésité, mais aussi de réduire les coûts associés à cette pathologie (9,5 milliards d'euros en coût direct en France) et ses complications (diabète de type 2, stéatose hépatique non-alcoolique...) (Lascar et al., 2018; Smith & Perito, 2018).

Dans ce contexte de prévention et de traitement du surpoids et de l'obésité pédiatrique, l'objectif principal retenu est la modification des comportements de santé « modifiables » comme l'Activité Physique (AP), alimentation et le sommeil (Haute Autorité de Santé, 2022;

Tully et al., 2022). En effet, le développement du surpoids et l'obésité pédiatrique est souvent dû à des interactions entre un « terrain » génétique défavorable et des conditions environnementales défavorables (statut socio-économique, accessibilité à l'alimentation...) (Ang et al., 2013 ; Gauthier & Krajicek, 2013). Ces conditions environnementales peuvent engendrer des comportements qui sont qualifiés d'obésogènes (Inactivité Physique (IP), Comportement Sédentaire (CS), alimentation inadaptée...) pouvant eux-mêmes développer ou entretenir l'excès adipeux. Le manque d'AP (ou l'IP) est l'un des comportements « obésogènes » clairement identifié chez les adolescents en situation de surpoids et d'obésité (Ferreira et al., 2007).

Un nombre important d'études montrent que les adolescents souffrant d'un excès pondéral possèdent des Niveaux d'AP (NAP) d'intensité Modérée à Vigoureuse (APMV) plus faibles que leurs homologues normo-pondérés (Raistenskis et al., 2016; Söğüt et al., 2019). Ainsi, il semble qu'augmenter les NAP des adolescents en situation de surpoids et obésité soit une des priorités thérapeutiques pour les bénéfices physiques, psychologiques et sociaux de l'AP (Donnelly et al., 2016).

Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de comprendre les liens et les interactions qu'entretiennent obésité pédiatrique et comportement d'AP. En effet, les adolescents en surpoids ou obèses présentent des limitations physiques et psycho-motivationnelles à l'exercice modifiant leurs NAP comparés à leurs homologues normo-pondérés (Gilic et al., 2022; Mendoza-Muñoz et al., 2020; Power et al., 2011; Raistenskis et al., 2016; Vega-Ramirez et al., 2021). Les NAP les plus faibles retrouvés dans cette population peuvent également s'expliquer par des conditions environnementales défavorables à la pratique d'AP (statut socio-économique défavorisé, une faible accessibilité aux structures d'AP, une sphère familiale ne pratiquant pas d'AP et une faible éducation à l'AP sont associés aux adolescents en surpoids et obèses) (Danford et al., 2015; Do Carmo et al., 2021; Kang et al., 2006).

Pour favoriser l'augmentation des NAP chez les adolescents en situation de surpoids et d'obésité, les programmes d'intervention doivent s'axer sur l'ensemble des limitations à l'AP des adolescents, mais doivent également intégrer l'environnement physique et social de ceux-

ci pour permettre d'accroître les opportunités environnementales favorables à la pratique d'AP (Epstein et al., 2015; Toftager et al., 2014). L'approche de l'AP pour ce public doit donc être holistique et systémique (T. Brown et al., 2019; Simon et al., 2014).

La PEC en AP des adolescents en situation de surpoids et d'obésité s'articule sur des recommandations spécifiques (European Childhood Obesity Group (ECOG)) (O'Malley & Thivel, 2015) et s'appuie sur l'utilisation du modèle socio-écologique afin de construire les interventions en AP les plus adaptées aux spécificités de cette population (Cui et al., 2015). Les études de (Mijalković et al., 2022; Xu et al., 2022) recensent les interventions efficaces en termes de santé pour ce public. Elles regroupent des modalités communes, le respect des recommandations spécifiques et d'une PEC multi-leviers sur différents comportements de santé (AP et alimentation) et plusieurs niveaux de l'environnement physique et social de l'adolescent (scolaire, familial et extra-scolaire) (Bleich et al., 2018; Mead et al., 2017). Malgré ces recommandations, les interventions en AP chez ces adolescents présentent des résultats très hétérogènes, notamment sur l'amélioration des indicateurs de santé (IMC, IMC z score et composition corporelle) et l'amélioration des NAP (Nooijen et al., 2017; Soares et al., 2023). Les revues systématiques soulignent également les limites en matière d'interventions et de suivi à long terme (Lambrinou et al., 2020; Safdie et al., 2013). Il est donc nécessaire d'expérimenter et d'évaluer de nouvelles stratégies interventionnelles incluant un suivi à long terme chez ce public (Foster et al., 2018).

De ce cadre, l'utilisation de Littératie Physique (LP) dans la recherche interventionnelle devient pertinente (Carl, Barratt, et al., 2023; Hanemann, 2015). La LP se définit comme « la motivation, la confiance, la compétence physique, les connaissances et la compréhension pour valoriser et assumer la responsabilité de l'engagement dans les activités physiques pour la vie » (IPLA, 2017). Elle est caractérisée en quatre domaines fortement liés, le domaine physique, cognitif, affectif et comportemental (Britton et al., 2022; Hyndman & Pill, 2018). Dans le modèle de Cairney et al (Cairney, Dudley, et al., 2019), les facteurs individuels et environnementaux influencent les relations entre la LP, l'AP et la santé. Ces influences

témoignent de la prise en compte du modèle socio-écologique dans le concept de LP (Cairney, Dudley, et al., 2019). L'intégration des différents niveaux environnementaux et de la vision physique, cognitive et affective font de la LP un concept approprié aux accompagnements ou PEC en AP chez les adolescents en situation de surpoids et obésité (Paponetti et al., 2023). Pourtant, aucune intervention en AP basée sur le développement de la LP n'a été expérimentée pour améliorer les indicateurs de santé (Condition Cardio-Respiratoire (CCR) et composition corporelle) et augmenter les NAP dans cette population spécifique (Carl, Barratt, Wanner, et al., 2022; Paponetti et al., 2023). Il apparaît opportun d'étudier les relations entre LP, indicateurs de santé et les NAP dans notre population ainsi que d'expérimenter une intervention à long terme en AP basée sur le développement de la LP.

L'objectif de ce travail de doctorat, sera de développer un programme d'intervention en AP basé sur le développement de la LP pour améliorer la santé (CCR et composition corporelle) et augmenter les NAP à long terme chez les adolescents en surpoids ou obèses et d'en évaluer la pertinence. Cela permettra de mettre en relation le niveau de LP avec les NAP et les différents indicateurs de santé chez les adolescents. Ce doctorat s'intègre dans le projet institutionnel nommé « CAPACITES 64 » piloté par le laboratoire de recherche Mouvement Equilibre Performance Santé (MEPS-UPPA), le Conseil Départemental des Pyrénées-Atlantiques (CD64), le Centre Hospitalier de la Côte Basque (CHCB) et son service Unité Transversale des Activités Physiques pour la Santé (UTAPS) ainsi que le collège Marracq.

Ce manuscrit de thèse est construit en deux parties. La première partie décrit le cadre théorique utilisé. La seconde partie s'intitulant « contribution personnelle » décrit les interventions mises en place. La première partie s'articule en quatre sections : 1) Le Surpoids et l'obésité : généralités, 2) Les impacts de l'excès d'adiposité sur la pratique d'AP : Les spécificités du surpoids et de l'obésité pédiatrique, 3) Recommandations et PEC par l'Activité Physique Adaptée (APA) des adolescents en situation de surpoids et d'obésité, 4) Le concept de littératie physique. Dans la section 3) Recommandations et PEC par l'Activité Physique Adaptée (APA) des adolescents en situation de surpoids et d'obésité, une première publication

personnelle est présentée : « Rôle et pratique de l'activité physique chez l'adolescent obèse » publiée dans la revue *Pratiques en Nutrition* (édition Elsevier Masson).

La deuxième partie du manuscrit de thèse « contribution personnelle » présente les trois études réalisées dans le cadre du projet de recherche. Une section « contexte du travail de recherche » précède la deuxième étude « Perceived physical literacy is associated with cardio-respiratory fitness, body composition and physical activity levels in secondary school students » publiée dans la revue *Children* (MDPI). Les études 3 et 4 présentent les résultats de l'étude interventionnelle sur les adolescents en situation de surpoids et d'obésité « The effectiveness of a physical literacy-based intervention for increasing physical activity levels and improving health indicators in overweight adolescents (CAPACITES 64) » publiée dans la revue *Children* (MDPI) et « Long-term effects on health indicators and physical activity levels of a physical literacy intervention in overweight and obese adolescents » non publiée.

Une discussion générale et une conclusion clôturent ce manuscrit de thèse. Elles résument les principaux résultats de ces études ainsi que les forces et limites de ce travail. Des hypothèses et perspectives sont ensuite énoncées pour pouvoir entamer des réflexions futures en vue de de la PEC en AP de ce public.

# 1) Cadre théorique

## 1.1 Le Surpoids et l'obésité : généralités

---

### 1.1.1 Définition, diagnostic et surveillance du surpoids et l'obésité pédiatrique

En 2018, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a introduit dans la Classification Internationale des Maladies (CIM-11) le surpoids et l'obésité. Ces pathologies sont considérées comme des maladies chroniques. Elles se définissent comme « une accumulation anormale ou excessive de graisse qui présente un risque pour la santé ». Le diagnostic de la corpulence s'effectue à l'aide de l'Indice de Masse Corporelle (IMC) (WHO, 2022). Celui-ci se calcule en fonction de la masse corporelle (kg) et de la taille (m<sup>2</sup>) : **IMC (kg/m<sup>2</sup>) = masse corporelle (kg) / taille<sup>2</sup> (m<sup>2</sup>)**.

Entre 2 ans et 19 ans, l'IMC dépend de l'âge et du sexe (Rolland-Cachera et al., 1991). En France, afin de définir la corpulence d'un enfant ou d'un adolescent, la valeur de l'IMC est à reporter sur les courbes de référence française pour la croissance staturale et pondérale issue du Plan National Nutrition Santé (PNNS) (Haute Autorité de Santé, 2022). Une courbe est spécifique pour le sexe féminin et une pour le sexe masculin (Annexe 1). Ces courbes utilisent le principe statistique de percentile, la distribution de la population est donc divisée en 100 parts égales (50<sup>ème</sup> percentile est la médiane).

Les courbes françaises utilisent la classification et les seuils de l'International Obesity Task Force (IOTF) (Cole, 2000; Cole & Lobstein, 2012) :

- La maigreur est caractérisée par un IMC < au seuil IOTF 17
- La corpulence « normale » correspond à un IMC entre les seuils IOTF 17 et 25
- Le surpoids correspond à un IMC compris entre les seuils IOTF 25 et 30
- L'obésité correspond à un IMC > au seuil IOTF 30 et l'obésité sévère à un IMC > au seuil IOTF 35 (Cole & Lobstein, 2012).



En France, des seuils sont utilisés pour classier le surpoids et l'obésité grâce aux courbes de croissance staturale et pondérale (Haute Autorité de Santé, 2022) :

- Insuffisance pondérale :  $IMC < 3^{\text{ème}}$  percentile
- corpulence normale :  $3^{\text{ème}} < IMC < 97^{\text{ème}}$  percentile
- Surpoids incluant obésité :  $IMC > 97^{\text{ème}}$  percentile
- Obésité :  $IMC >$  seuil IOTF 30.

Ces seuils permettent de définir la corpulence de l'adolescent à un âge donné et permettent également une projection de l'IMC à l'âge adulte :

- Un adolescent franchissant le  $97^{\text{ème}}$  percentile correspond à un  $IMC > 26,25\text{kg/m}^2$  à l'âge adulte (surpoids ou pré obésité)
- Un adolescent se situant au seuil IOTF 30 correspond à un  $IMC$  de  $30\text{kg/m}^2$  à l'âge adulte (obésité de grade I)
- Un adolescent se situant au seuil IOTF 35 correspond à une obésité de grade II à l'âge adulte.

L'association de l'IMC avec les indicateurs de santé et sa facilité d'utilisation en pratique clinique courante font de ce marqueur la mesure anthropométrique la plus commune et raisonnablement fiable pour définir, diagnostiquer et surveiller la corpulence (Rolland-Cachera, 2011).

Cependant, L'IMC présente plusieurs limites :

- Il ne tient pas compte de la composition corporelle
  - il ne différencie pas la Masse Grasse (MG) et la Masse Musculaire (MM) chez un individu.
  - il ne différencie pas l'adiposité viscérale (intra-abdominale) et sous-cutanée.
- En matière de santé, ces distinctions sont nécessaires du fait des effets métaboliques différents de ces tissus sur la santé cardio-métabolique des enfants et adolescents (Booth et al., 2014; Medina-Inojosa et al., 2018).

D'autres outils permettent d'affiner ou de compléter le diagnostic du surpoids et de l'obésité pédiatrique. En clinique, il existe un outil pour suivre la corpulence d'un adolescent : Le z score

d'IMC (Cole et al., 2005). Il correspond à un écart-type (en écart-type) par rapport à la valeur moyenne d'un échantillon, selon le sexe et l'âge. Les valeurs comprises entre -3 et 3 sont considérées comme statistiquement « anormales ». Cependant, son utilisation n'est pas recommandée en cas d'IMC supérieur ou égal à 120% du 95<sup>ème</sup> percentile (normes OMS) (égal au seuil IOTF 35 (Cuda & Censani, 2022)).

En complément du suivi de l'IMC, la mesure et le suivi du rebond d'adiposité chez l'enfant sont indispensables. Le suivi de ces paramètres doit être intégré à l'histoire de l'obésité de chaque individu (Styne et al., 2017). La remontée physiologique classique de la courbe d'IMC se produit à l'âge de 5 à 6 ans (rebond d'adiposité « normal »). Un rebond d'adiposité est considéré comme précoce s'il se produit entre 3 ans et 5 ans (dépendant du sexe et de l'année de naissance) (Haute Autorité de Santé, 2022; Zhou et al., 2022). Un rebond d'adiposité précoce semble d'être un facteur prédictif d'un surpoids ou d'une obésité à l'âge adulte (Rolland-Cachera et al., 2006).

En pratique clinique, il est important d'utiliser ces différents outils afin de diagnostiquer et de suivre précocement une adiposité excessive chez l'enfant ou l'adolescent. L'évaluation de la corpulence à un moment donné est nécessaire, mais l'historique de l'obésité est l'élément-clé pour diagnostiquer, suivre et comprendre la prise de poids chez l'adolescent (Kumar & Kelly, 2017).

## 1.1.2 La prévalence du surpoids et de l'obésité des adolescents, de l'international au régional

### 1.1.2.1 La prévalence internationale:

La prévalence du surpoids et de l'obésité pédiatriques pour les moins de 5 ans, est de 7,9% (WHO, 2022). De 5 à 9 ans, un enfant sur trois (29,5%) est en situation de surpoids et d'obésité et 11,6% sont en situation d'obésité. Concernant les adolescents (10 à 19 ans), 24,9% vivent en situation de surpoids (obésité incluse) et 7,1% en situation d'obésité (WHO, 2022).

Entre 1975 et 2016, la prévalence des 5-19 ans du surpoids et de l'obésité a presque triplé chez les garçons (11 vs 29%) et doublé chez les filles (11 vs 24%) (Abarca-Gómez et al., 2017).

### 1.1.2.2 La prévalence nationale:

En France, les données épidémiologiques sur le surpoids et l'obésité sont combinées dans deux rapports : le rapport ESTEBAN (1675 enfants) (Équipe de surveillance et d'épidémiologie nutritionnelle (Esen), 2020) et l'actualisation de 2020 de l'étude OBEPI ROCHE en 2012 (OBEPI-ROCHE, 2020). Les données épidémiologiques françaises chez les enfants et les adolescents (8-17 ans) montrent que 21% d'entre eux sont en situation de surpoids et/ou obésité. 6% présentent une situation d'obésité. Une sur-représentation de garçons est retrouvée, ils représentent 62% des 8-17 ans en situation de surpoids et/ou obésité contre 38% des filles.

#### La prévalence du surpoids diminue avec l'avancée en âge :

- chez les garçons la prévalence passe de 19% pour les 11-14 ans à 8,9% pour les 15-17 ans.
- chez les filles la prévalence passe de 15,1% entre 11 et 14 ans à 13,1% entre 15 et 17 ans.

La prévalence de l'obésité emprunte le chemin inverse, chez les garçons comme chez les filles, elle augmente entre les deux tranches d'âge, 11 à 14 ans (3,5% chez les garçons et 4,7% chez les filles), 15 à 17 ans (7,8% chez les garçons et 5,8% chez les filles) (Équipe de surveillance et d'épidémiologie nutritionnelle (Esen), 2020).

Concernant l'évolution de l'obésité pédiatrique, le rapport ESTEBAN a comparé des données épidémiologiques entre 2006 et 2015 (Équipe de surveillance et d'épidémiologie nutritionnelle (Esen), 2020). On retrouve une légère diminution du surpoids (obésité incluse) chez les garçons entre 11 et 14 ans (23,2 vs 22,5%) et une augmentation entre 15 et 17 ans

(15,9 vs 17,5%). Les données chez les filles sont toutes en augmentation : 11 à 14 ans (15,7 vs 19,8%) et 15 à 17 ans (16,1 vs 18,7%) (Figure 1).

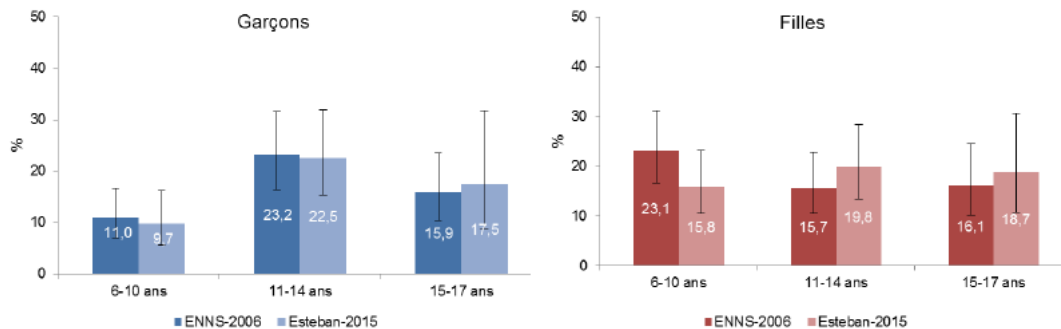


Figure 1 : Prévalence du surpoids (obésité incluse) chez les 6-17 ans. Comparaison des données ENNS 2006 / ESTEBAN 2015 (Équipe de surveillance et d'épidémiologie nutritionnelle (Esen), 2020)

### 1.1.2.3 La prévalence locale:

Des différences de prévalence du surpoids et de l'obésité pédiatrique sont retrouvées en fonction des régions. Dans le rapport sur l'état des lieux de la santé des jeunes en Nouvelle-Aquitaine (Observatoire Régional de la Santé, 2020) sont retrouvées une prévalence entre 15 et 23% de surpoids (selon les études) et une prévalence entre 4% et 11% d'obésité chez les jeunes Néo-Aquitains. Le rapport « Pole études, statistiques et évaluation – Agence Régionale de Santé (ARS) Nouvelle-Aquitaine » de 2017 a recueilli les bilans infirmiers en classe de 6<sup>ème</sup> sur les années 2013 à 2015 et montre que 17% des élèves de 6<sup>ème</sup> sont en situation de surpoids et 3% sont en situation d'obésité (ARS Nouvelle Aquitaine, 2017).

## 1.1.3 L'étiologie du surpoids et de l'obésité chez les adolescents : L'interaction entre des facteurs génétiques et des facteurs environnementaux

L'étiologie du surpoids et de l'obésité chez l'adolescent est complexe car multifactorielle (Ang et al., 2013). Des apports énergétiques trop importants par rapport à des dépenses énergétiques trop faibles favorisent le développement du tissu adipeux (WHO, 2022). Le développement du tissu adipeux est régi par des interactions entre des facteurs génétiques et



Les facteurs génétiques font de l'obésité une maladie hautement héréditaire. Ces facteurs seraient responsables de 30 à 70% de la variation de l'adiposité (IMC) selon les études (Kumar & Kelly, 2017). Les enfants de parents en surpoids ou obèses ont deux fois plus de chances d'être en surpoids ou en obésité avec un parent obèse et sept fois plus de chances avec les deux parents obèses par rapport aux enfants ayant des parents normo-pondérés (Moschonis et al., 2022; Wang et al., 2017). L'obésité peut être considérée comme de type monogénique (mutation d'un seul gène) ou polygénique dite commune (mutations de plusieurs gènes). Les principales mutations génétiques observées sont celles sur les gènes de la régulation de la prise alimentaire ou du métabolisme lipidique (Clément & Ferré, 2003). Cependant, dans l'étiologie du surpoids et de l'obésité, l'influence génétique est à pondérer avec l'influence des facteurs environnementaux.

#### 1.1.3.2 Les facteurs environnementaux (modifiables) dans l'étiologie du surpoids et de l'obésité pédiatrique :

Les facteurs environnementaux sont au centre de l'étiologie du surpoids et de l'obésité pédiatrique (Kumar & Kelly, 2017). Les auteurs parlent « d'environnement obésogène » (Jia, 2021). Cet environnement obésogène a été défini pour la première fois en 1999 par Swinburn, Egger et Raza comme « un environnement facilitant la prise de poids anormale » (Gauthier & Krajicek, 2013; Swinburn et al., 1999). En 2016, l'OMS le définit comme « un environnement qui favorise un apport énergétique élevé et un comportement sédentaire (World Health Organization, 2016). Cela inclut les aliments qui sont disponibles, abordables, accessibles et promus ; les possibilités d'activité physique et les normes sociales en matière d'alimentation et d'activité physique » (World Health Organization, 2016). L'environnement obésogène s'appuie sur l'environnement d'un individu qui peut être caractérisé comme : les circonstances, objets ou conditions par lesquels l'individu est entouré, les facteurs physiques, chimiques et biologiques, l'ensemble des conditions sociales et culturelles qui influencent la vie d'un individu ainsi que l'ensemble des interfaces numériques à disposition (Gauthier & Krajicek, 2013). Cet environnement est évolutif selon l'âge et le développement de l'individu

(Risjord, 2009). Les facteurs pouvant rendre l'environnement obésogène sont donc spécifiques à la période de développement ainsi qu'aux caractéristiques propres à celui-ci. L'environnement obésogène pédiatrique décrit par Gautier, K et Krajicek, M, (Gauthier & Krajicek, 2013) présente des antécédents : le statut socioéconomique, les rôles socioculturels, le développement de l'enfant, la géographie, l'environnement bâti, accès aux installations scolaires et extra-scolaires et l'accessibilité à l'alimentation. Pour être classés antécédents de l'environnement obésogène, ils doivent engendrer des opportunités menants à une prise anormale de masse adipeuse (Gauthier & Krajicek, 2013) via la mise en place de comportements tels que : pratiques parentales, comportements alimentaires, , Niveaux d'Activité Physique Quotidiens (NAPQ), CS et le sommeil. De manière logique, combiner des comportements caractérisés comme « obésogènes » à savoir, une IP associée à un CS, une alimentation éloignée des recommandations et des troubles du sommeil, renforce le risque de présenter un surpoids et une obésité et leurs complications associées. Les enfants suivant des comportements « moins sains » avaient 10,34 fois plus de risques d'être en situation de surpoids et d'obésité par rapport aux enfants qui présentaient des comportements « sains » (Aragón-Martín et al., 2022) .

Quand nous parlons d'environnement obésogène, nous faisons donc référence à un contexte environnemental favorable au développement de comportements qualifiés comme

pathogènes et potentiellement à l'origine du développement du surpoids et de l'obésité dès la petite enfance et son maintien à l'âge adulte (figure 3).

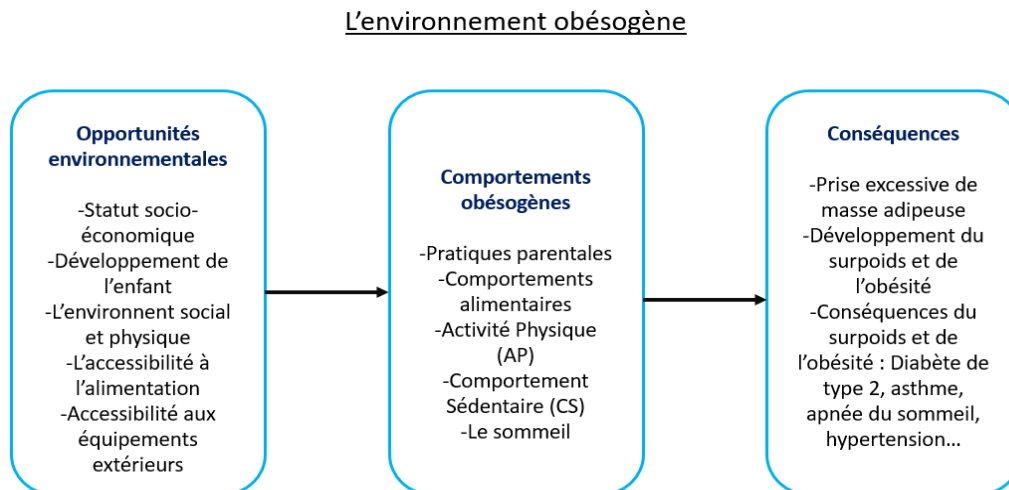


Figure 3 : Adaptation de la figure « Visual Representations of Defining Attributes, Antecedents, and Consequences of an Obesogenic Environment » (Gauthier & Krajicek, 2013)

### **L'Inactivité Physique (IP) et le comportement sédentaire qualifiés comme comportements obésogènes**

Avant de définir l'IP, il convient de définir l'Activité Physique. Celle-ci est définie comme « tout mouvement corporel produit par les muscles squelettiques qui entraîne une dépense d'énergie » (Caspersen et al., 1985). Cette définition à dominante physiologique est centrée sur l'individu et ses déterminants individuels. Aujourd'hui, la pratique d'AP est influencée par une multitude d'interactions entre différents déterminants individuels et environnementaux. En 2020, Piggini, (Piggini, 2020) définit l'AP comme : « L'activité physique implique que les personnes bougent, agissent et performent dans des espaces et des contextes culturels spécifiques et sont influencées par un éventail unique d'intérêts, d'émotions, d'idées, d'instructions et de relations ». Cette définition permet de considérer l'AP comme un comportement influencé par de nombreux déterminants environnementaux.

Concernant le surpoids et l'obésité pédiatrique, l'AP est souvent citée comme le premier facteur étiologique modifiable impliqué dans la gestion de la masse et de la composition corporelle des adolescents (Kumar & Kelly, 2017). Cela s'explique par les effets directs de la



pratique d'AP sur la régulation métabolique et énergétique de l'organisme. En effet, pratiquer de l'AP permet l'augmentation de la consommation de dioxygène et l'utilisation de l'Adénosine TriPhosphate (ATP) qui entraîne et une oxydation des substrats énergétiques (glucides et acides gras principalement) (Lazzer et al., 2005).

A l'inverse, l'IP caractérisée comme « le non-respect des lignes directrices en matière d'AP » (Hallal et al., 2012) pourrait favoriser le développement de la MG et à plus long terme de la masse corporelle par une capacité limitée à oxyder les substrats énergétiques et donc de diminuer la dépense énergétique (Bergouignan et al., 2006). Cependant, ces mécanismes biologiques ne suffisent pas pour expliquer la relation étiologique entre la pratique d'AP modulant la dépense énergétique et le surpoids et l'obésité pédiatrique. L'IP est considérée comme un comportement obésogène. En effet, des associations fortes sont retrouvées entre les NAP mesurés objectivement et l'adiposité (Poitras et al., 2016). Les enfants et adolescents ayant les NAP les plus faibles présentaient une prévalence supérieure de surpoids et d'obésité (Poitras et al., 2016). De plus, des NAP élevés étaient protecteurs du surpoids et de l'obésité chez les adolescents (Jiménez-Pavón et al., 2010).

Le CS est également un comportement obésogène. En effet, celui-ci se définit comme « tout comportement d'éveil caractérisé par une dépense énergétique  $\leq 1,5$  équivalent métabolique (MET), en position assise, allongée ou allongée » (Tremblay et al., 2017). Il est à différencier de l'IP, car un individu peut être caractérisé comme actif ou inactif avec un CS faible ou élevé. Le CS est associé au surpoids et à l'obésité chez les adolescents. En effet, une association a été retrouvée entre les temps sédentaires quotidiens (représentés par les temps d'écrans) et la situation d'obésité chez les adolescents (Ashdown-Franks et al., 2019). Ces auteurs montrent une augmentation exponentielle du risque d'obésité avec l'augmentation du temps passé par jour sur les écrans (4h = 26% de risque et 8h = 40% de risque) (Ashdown-Franks et al., 2019). Il y a cependant un lien fort entre le CS et l'IP et notamment en tant que comportements obésogènes, en effet, une IP associée à un CS important majore le risque de développer un surpoids et une obésité (Casazza et al., 2013; Chemtob et al., 2021; S. S. Hui et al., 2021).

Néanmoins, pour expliquer comment l'IP et le CS développent et entretiennent le surpoids et l'obésité chez l'adolescent, il est nécessaire de s'intéresser aux différents facteurs environnementaux qui influencent les comportements obésogènes.

**L'environnement socio-économique** (Statut Socio-Economique (SSE)) peut se catégoriser comme la mesure groupée du niveau de scolarité, de la profession et du revenu familial (Bradley & Corwyn, 2002). Ces caractéristiques sont indirectement liées au surpoids et à l'obésité. En effet, les enfants vivant dans un pays à « faibles revenus » ou en « crise économique » ont un risque plus élevé d'être en surpoids ou obèses (OR : 2,11, IC : 1,62, 2,74) (Han et al., 2010; Moschonis et al., 2022). Conrey et al, (Conrey et al., 2022) ont également montré que résider en dehors des quartiers avec les SSE les plus élevés augmentait le zscore d'IMC de 0,04 par mois de vie et le risque accru d'obésité à l'âge de deux ans. Le faible SSE fait donc partie des antécédents de l'environnement obésogène. Selon ses caractéristiques, il participe à favoriser l'IP et le CS (Huikari et al., 2021). Il est clair que les adolescents ayant des parents disposant d'un SSE faible ont plus de chance d'être inactifs et sédentaires (Mäkinen et al., 2010; Wong et al., 2022). D'autre part, un SSE faible est associé à une Condition Physique (CP) plus faible, à une accessibilité réduite aux équipements sportifs et aux milieux sportifs extérieurs (financière et géographique), à une plus faible participation à des activités récréatives, ainsi qu'à une non-connaissance des conséquences des comportements malsains pour la santé dont font partie l'IP et le CS (Huurre et al., 2003; Mäkinen et al., 2010; Rydenstam et al., 2020; Wolfe et al., 2020; Wong et al., 2022). Un faible SSE des parents est également associé à un CS et un temps de télévision plus important chez les adolescents (Drenowatz et al., 2010; Maher & Olds, 2011).

**L'environnement physique** peut également être un déterminant du risque de surpoids et d'obésité chez les adolescents. Moraeus et al, ont montré que les garçons vivant dans des zones géographiques semi-urbaines et rurales avaient un risque plus important d'être en

situation de surpoids et d'obésité (Moraeus et al., 2012). L'environnement physique et notamment l'environnement bâti est considéré comme un antécédent dans le modèle de l'environnement obésogène (Gauthier & Krajicek, 2013) car il influence la pratique d'AP et le CS chez les enfants et les adolescents (Pereira et al., 2018). L'étalement urbain est défini comme l'expansion de l'occupation du sol avec une faible densité d'individu. Il est considéré comme une caractéristique de l'environnement influençant l'IP et le comportement de CS élevé. L'étalement urbain réduit les possibilités de marche entre les structures du fait de leur éloignement. Cela peut limiter la pratique d'AP en plein air pour des raisons de sécurité (Wu et al., 2021). A l'inverse, les quartiers à forte densité résidentielle peuvent également être un frein au mouvement. Huang et al, (W. Y. Huang et al., 2013) ont montré que les adolescents qui vivent dans ce type de quartier étaient plus susceptibles de consacrer moins de temps à l'AP et plus de temps au CS notamment via la télévision.

Ainsi, l'aménagement du territoire et sa sécurisation sont des facteurs importants à la pratique d'AP. Des quartiers dépourvus de trottoirs et de pistes cyclables sont moins favorables à la pratique d'AP (An et al., 2019). L'absence de structure de pratique d'AP ou bien l'éloignement entre le domicile et les structures d'AP sont également des caractéristiques de l'environnement favorisant l'IP et le CS. Une étude a montré que les jeunes qui habitent loin des parcs ou des gymnases avaient des NAPQ plus faibles que ceux dont le logement était proche des parcs ou des gymnases (Reimers et al., 2014; Roemmich et al., 2006).

**L'environnement social** de l'adolescent regroupe la famille, les pairs mais aussi les professeurs susceptibles d'être de puissants facteurs influençant positivement ou négativement les comportements d'AP et de CS (Ayala et al., 2021). Par leur soutien social ainsi que leur rôle-modèle, les parents représentent également un puissant levier pour la pratique d'AP chez les adolescents (Ash et al., 2017; Clayton et al., 2021). Des parents qui offrent les ressources émotionnelles (encouragements), instrumentales (soutien financier) ou informationnelles positives à leurs adolescents favorisent l'engagement dans l'AP (Laird et al., 2016). Ainsi, les adolescents ayant des parents actifs ont des NAPQ plus élevées que ceux

ayant des parents inactifs (Crawford et al., 2010). L'éducation familiale (niveau de diplôme de la mère) agit également sur la prévalence du surpoids et de l'obésité (White et al., 2022). En effet, plus l'éducation de la mère est classée comme faible, plus le risque de surpoids et obésité pédiatrique augmente à la fin de l'enfance. L'éducation familiale permet également de fournir aux enfants les différentes compétences nécessaires pour adopter des comportements favorables à la santé (Ayala et al., 2021). Lors de l'adolescence, il semblerait que les pairs (amis) soient de puissants liens sociaux en véhiculant des normes sociales. Celles-ci peuvent affecter les comportements d'AP et de CS à travers la communication, les NAPQ des pairs et la présence des pairs pendant l'AP (Maturro & Cunningham, 2013). Ainsi, deux études ont montré que la durée de la pratique de la bicyclette était plus longue chez les adolescents en présence d'un ami et que l'engagement dans l'AP au cours du temps était influencé par le soutien social des amis (Dunton et al., 2007; Salvy et al., 2009). Un cercle d'ami(e)s inactifs et sédentaires, une communication absente sur la pratique d'AP ainsi qu'une absence d'accompagnement à la pratique d'AP peut donc amener l'adolescent à être plus inactif et sédentaire.

Les personnes présentes dans l'environnement scolaire des adolescents complètent l'environnement social : les enseignants sont de puissants leviers à la promotion de l'AP. Eather et al, ont montré qu'un soutien social à l'AP de la part des enseignants pouvait augmenter l'AP (nombre de pas) des collégiens (Eather et al., 2013). Sans être introduits directement à la pratique d'AP, un soutien régulier, des feed-back positifs ainsi que des modifications de la perception des adolescents sur l'AP par des apprentissages font des enseignants des acteurs importants de l'environnement social. Ip et al, parlent même de « philosophie de l'AP » dans le milieu scolaire comme étant protecteur de l'obésité pédiatrique (Ip et al., 2017).

Enfin, la présence d'une **politique favorable** (aménagement urbain et territorial, médias) est susceptible d'influencer des comportements protecteurs (AP, faible CS et alimentation) pour contrer le développement du surpoids et de l'obésité (Heath et al., 2006;

Puggina et al., 2018; WHO, 2022). Les politiques éducatives scolaires favorables favorisant la pratique d'AP semblent être positivement associées aux niveaux d'AP des enfants (Puggina et al., 2018). (Puggina et al., 2018).

Dans le surpoids et l'obésité pédiatrique, le développement excessif de masse adipeuse ne peut s'expliquer seulement par le comportement d'AP et le CS en tant que comportements obésogènes (Brennan et al., 2021). Le comportement alimentaire et le sommeil doivent également être pris en compte. Comme le comportement d'AP et le CS, l'alimentation et le sommeil peuvent être caractérisés comme des comportements obésogènes avec des conditions environnementales (physiques, sociales et politiques) favorables au développement du surpoids et de l'obésité (Felső et al., 2017; J.-Y. Huang & Qi, 2015). Cependant, ces comportements ne seront pas développés dans le cadre théorique.

**Il est donc important d'agir sur les comportements obésogènes et notamment enrayer l'IP par l'augmentation du comportement actif (Tully et al., 2022). Cependant, une fois installés le surpoids et l'obésité présentent de nombreuses complications et leurs impacts négatifs sur la pratique d'AP chez les adolescents et sur leur condition physique (Castro-Piñero et al., 2012).**

## 1.2 Les conséquences du surpoids et de l'obésité pédiatrique sur la pratique d'Activité Physique

---

### 1.2.1 Les conséquences du surpoids et de de l'obésité pédiatrique sur la condition physique

La Condition Physique (CP) se définit comme « la capacité d'accomplir des tâches quotidiennes avec vigueur et vivacité, sans fatigue excessive et avec suffisamment d'énergie pour profiter des loisirs et faire face à des situations d'urgence imprévues » (Caspersen et al., 1985). La CP est l'ensemble des attributs permettant à un individu de pratiquer des AP et de répondre favorablement à l'effort physique (Fournier et al., 2012; Vanhelst et al., 2020). On peut ainsi citer : l'aptitude aérobie, la vitesse, la force musculaire des membres supérieurs et des membres inférieurs, la puissance, l'endurance musculaire, l'agilité et/ou la vitesse, la souplesse, le temps de réaction et l'équilibre (Caspersen et al., 1985; Lee et al., 2022).

Plusieurs études ont comparé la CP entre des adolescents en situation de surpoids et d'obésité et des adolescents normo pondérés. Ceux en surpoids ou obèses présentent une CP plus faible que ceux normo-pondérés (Fogelholm et al., 2008; Ortega et al., 2013). Le niveau de CP est décroissant avec l'augmentation de la masse corporelle d'un adolescent (Lee et al., 2022; Neshteruk et al., 2023).

Si l'on prend indépendamment les différentes qualités physiques (l'aptitude aérobie, la vitesse, la force musculaire des membres supérieurs et des membres inférieurs, la puissance, l'endurance musculaire, l'agilité et/ou la vitesse, la souplesse, le temps de réaction et l'équilibre), l'excès de masse adipeuse et d'un %MG supérieure chez des adolescents

n'impactent pas de manière équivalente le niveau de chacune d'entre elles (Castro-Piñero et al., 2012; Fogelholm et al., 2008).

L'aptitude aérobie peut être définie comme l'ensemble des qualités physiques nécessaires pour réaliser un exercice de longue durée utilisant principalement le métabolisme aérobie (oxydation complète des substrats dans la mitochondrie en présence d'oxygène) (Billat, 2012). Ces efforts de longue durée sont souvent appelés efforts « aérobies » ou « d'endurance ». Ils regroupent un ensemble de paramètres relatifs à la capacité d'un individu à solliciter son système cardio-respiratoire et musculaire sur un exercice de longue durée.

Dans la littérature scientifique, l'évaluation de l'aptitude aérobie d'adolescents est souvent effectuée à l'aide de méthodes indirectes ou tests de terrain (20m Shuttle Run ; mesure de la VMA puis estimation du VO<sub>2</sub>max). Ces derniers sont privilégiés dans les publications scientifiques de grande ampleur (Tomkinson et al., 2019). Pour les adolescents en surpoids et obèses, le « test de marche/course navette adaptée sur 20 mètres » est utilisé (Quinart, 2015). Les principaux résultats montrent que l'aptitude aérobie des adolescents en situation de surpoids et d'obésité est plus faible que leurs homologues normo-pondérés (+3,3 minutes pour les garçons et + 2,6 minutes pour les filles sur un test 20m Shuttle Run) (Castro-Piñero et al., 2012; Deforche et al., 2003).

Pour les valeurs de VO<sub>2</sub> évaluées grâce au VO<sub>2</sub>peakBodyMass (BM), les garçons normo-pondérés avaient un VO<sub>2</sub>peakBM moyen de 50,9 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> et les filles normo-pondérées de 42,1ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> (Ortega et al., 2007). Plus récemment, dans une étude des adolescents âgés de 12 à 18 ans, la moyenne du VO<sub>2</sub>peakBM était de 45,9 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> chez les garçons et de 38,8 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> chez les filles (Evaristo et al., 2019). En comparaison, les valeurs de VO<sub>2</sub>peakBM retrouvées chez l'adolescent en situation de surpoids et d'obésité sont :

- Pour les 12-13 ans – 27,6 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> chez les garçons et 27,2 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> chez les filles
- Pour les 14-15 ans – 25,6 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> chez les garçons et 26,0 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> chez les filles (Johansson et al., 2020).

Ces résultats indiquent que l'excès d'adiposité impacte négativement l'aptitude aérobie lors d'un effort mettant en jeu la masse corporelle de l'adolescent (marche/course) (Raistenskis et al., 2016). Le surpoids et l'obésité entraînent une moindre efficacité mécanique produite lors des tests cardio-respiratoires pouvant expliquer en partie la plus faible VMA (Mendelson et al., 2012).

Ajoutées à une aptitude aérobie inférieure, quatre autres qualités physiques (la puissance des membres inférieurs, la vitesse, l'agilité et l'endurance musculaire) sont affectées par l'excès de masse adipeuse (Mendoza-Muñoz et al., 2020). En effet, les adolescents surpoids et obèses présentent de moins bons résultats que ceux non obèses :

-explosivité (132 vs 149 cm ;  $p \leq 0,001$ )

-vitesse sur 50 mètres (11,2 vs 10,1 secondes ;  $p \leq 0,001$ ),

-agilité (142,1 vs 123,5 secondes ;  $p \leq 0,001$ )

-endurance musculaire (nombre de pompes en 60s, 17,39 vs 20,45;  $p \leq 0,05$ ) (Lee et al., 2022; Shang et al., 2010).

De plus, pour la même corpulence, le %MG était négativement associé aux résultats d'explosivité, potentiellement en raison de sa fonction passive dans la production de force sur un mouvement mobile (Lee et al., 2022). L'équilibre est également négativement impacté par le surpoids et l'obésité chez les adolescents. A l'inverse, la souplesse semble être la seule qualité physique à ne pas être impactée par l'adiposité excessive (Lee et al., 2022; Wearing et al., 2006).

Selon les protocoles d'évaluation de la force (force explosive ou ceux mettant en jeu la force dans un mouvement isométrique), les résultats entre les adolescents en surpoids ou obèses et normo-pondérés varient (Deforche et al., 2003). Quand la production de force met en jeu la masse corporelle (type : saut vertical, saut horizontal...), celle-ci affecte les résultats (9,8 m pour les adolescents en situation de surpoids et d'obésité vs 10,7;  $p \leq 0,001$  chez les adolescents normo-pondérés sur un Five-Jump test) (Fogelholm et al., 2008; Shang et al.,



2010). Lorsque la force maximale est évaluée par un test de force maximale de préhension, les niveaux de force de l'adolescent en surpoids et obésité seront supérieurs à ceux des adolescents normo-pondéré (16,09 kg vs 13,95 kg ; 0,05) (Lee et al., 2022).

## 1.2.2 Les conséquences du surpoids et de l'obésité pédiatrique sur les habiletés motrices

Les Habiletés Motrices (HM) ou « basic motor skill » ou « Fundamental Motor Skill » (FMS) peuvent être définies comme « les actions de base spécifique à l'être humain et qui jouent un rôle important dans la survie » (Vega-Ramirez et al., 2021). Elles sont incluses dans la dimension physique du concept de la LP. Chez l'adolescent, on retrouve différentes bases de mouvements relatives aux HM comme se déplacer, sauter, tourner, recevoir et lancer qui entraînent par la suite des HM plus spécifiques (R. M. Hulteen et al., 2018). Elles sont définies selon les outils d'évaluation des HM. Il existe deux principaux outils permettant de mesurer ces HM :

L'outil « Test of Gross Motor Development » (TGMD-2) comptant douze habiletés motrices différentes (Ulrich, 2000) :

- Habiletés de locomotion avec : courir, galoper, sauter, bondir, glisser
- Habiletés de contrôle d'objet : frappe à deux mains, dribble, coup de pied, réception, lancer par-dessus...

L'outil PLAYhabiletés spécifique à l'évaluation des habiletés motrices dans la littérature physique (Kleis et al., 2022) :

- La course (courir en traçant un carré, courir, sauter et atterrir sur les deux pieds),
- La locomotion (gambader, courir au galop...),
- Contrôle des objets (haut et bas du corps)
- Equilibre, stabilité et maîtrise du corps.

Ces HM sont à considérer de manière plus globale que de simples apprentissages de mouvements. En effet, des niveaux élevés d'HM sont associés à des comportements de santé protecteurs comme :

- des NAP élevés (Cohen et al., 2014; Wrotniak et al., 2006)
- une meilleure CCR (Robinson et al., 2015).

A l'inverse, de faibles HM sont associées à un CS élevé (Wrotniak et al., 2006).

Dès le plus jeune âge, le statut pondéral est associé aux HM. En effet, une association négative est retrouvée entre l'IMC et le développement des HM (Webster et al., 2021). Un faible niveau d'HM est également associé à de faibles NAP (H. G. Williams et al., 2008). Ces associations se poursuivent avec l'avancée en âge (Cattuzzo et al., 2016). En effet, Vega-Ramirez et al, ont montré que le niveau d'HM relatif à la locomotion des jeunes en surpoids ou obèses (8-12 ans) était plus faible que leurs homologues normo-pondérés (respectivement  $-0,76$  ;  $p=0,00$ ,  $-0,416$  ;  $p=0,013$ ). Le niveau d'HM est également négativement associé au % MG et à la masse corporelle des adolescents (Marmeleira et al., 2017; Webster et al., 2021). Concernant le niveau d'HM relatif au contrôle des objets, les résultats sont davantage nuancés, voire contradictoires. En effet, Vega Ramirez et al, (Vega-Ramirez et al., 2021) ont montré que les jeunes en situation de surpoids et d'obésité présentaient un moins bon contrôle des objets que leurs homologues normo-pondérés ( $-0,598$  ;  $p= 0,011$ ) tandis que l'étude de Webster et al, (Webster et al., 2021) constatait que la composition corporelle n'est pas un prédicteur de la manipulation des objets. Quant aux HM fines, le niveau est totalement indépendant de la masse corporelle de l'individu (Marmeleira et al., 2017).

Ces résultats montrent que l'excès d'adiposité impacte négativement le niveau d'HM chez les adolescents et plus particulièrement dès qu'il s'agit d'HM mettant directement en jeu leur masse corporelle. Il a été prouvé que l'excès de masse corporelle est une contrainte à la réalisation de mouvements contre la gravité entraînant un manque d'efficacité dans les schémas corporels (Kakebeeke et al., 2017).

Le surpoids et l'obésité n'impactent pas seulement les paramètres physiques objectifs à la pratique d'AP. L'excès de masse adipeuse est associé à une diminution des compétences physiques et des habiletés motrices perçues chez les adolescents en situation de surpoids et d'obésité par rapport à leurs homologues normo-pondérés (Jones et al., 2010).

### 1.2.3 Les conséquences du surpoids et de l'obésité sur les paramètres psychologiques et motivationnels à l'activité physique

Les paramètres psychologiques et motivationnels impliqués dans la pratique d'AP sont également affectés par l'excès de masse adipeuse chez l'adolescent en situation de surpoids et d'obésité (Gilic et al., 2022; Power et al., 2011).

Parmi les compétences psycho-motivationnelles associées à la pratique d'AP, sont retrouvées celles de la composante affective (la motivation intrinsèque et la confiance en soi) (Gilic et al., 2022). La motivation se définit comme « le construit hypothétique utilisé afin de décrire les forces internes et/ou externes produisant le déclenchement, la direction, l'intensité et la persistance du comportement » (Vallerand & Thill, 1993). Les résultats de l'étude de Power et al, montrent une relation inverse ( $r = -0,21$  ;  $p=0,06$ ) entre la motivation intrinsèque à l'AP le niveau d'IMC chez des collégiens âgés de 12 à 14 ans (Power et al., 2011). Cette étude montre également un score supérieur de motivation intrinsèque chez les collégiens non obèses par rapport à ceux en situation d'obésité (0,09 vs -0,26 ;  $p < 0,04$ ). Ces relations significatives ne sont pas retrouvées sur les autres types de motivation, à savoir la motivation externe, l'introjectée et identifiée (Power et al., 2011).

La confiance en soi est définie comme « une mesure de la croyance d'une personne en ses propres capacités, qui dépend du contexte et de l'environnement » (Perry, 2011). Lorsqu'elle est associée à l'AP, la confiance en soi est appelée « auto-efficacité » en lien avec la théorie de l'auto-efficacité de Bandura (Bandura, 1977). L'auto-efficacité peut se définir comme «

croyances dans ses propres capacités à organiser et exécuter les séquences d'actions propres à obtenir certains résultats » (Bandura, 1977). La confiance en soi est associée positivement à la pratique d'AP (McAuley et al., 1997; Schmalz et al., 2007) et négativement au statut pondéral chez l'adolescent (Sa et al., 2016). Les adolescents en situation de surpoids et obésité présentent une confiance en soi inférieure à celle de leurs homologues normo-pondérés (Griffiths et al., 2010; Sa et al., 2016). Pour le sentiment d'auto-efficacité à l'AP, les résultats sont davantage contradictoires. La Haute Autorité de Santé déclare en 2022 que les enfants et adolescents en situation de surpoids et d'obésité présentent un faible sentiment d'auto-efficacité (Haute Autorité de Santé, 2022). Alors que, Sutton et al, (Sutton et al., 2013) ne retrouvent pas de différence sur les scores d'auto-efficacité relatifs à l'AP en fonction du statut pondéral.

En plus des nombreuses limitations physiques engendrées par l'excès de masse adipeuse, ces résultats montrent que les adolescents en situation de surpoids et d'obésité présentent une motivation intrinsèque et un sentiment d'auto-efficacité faibles pouvant engendrer une réduction de la pratique et de l'engagement envers l'AP et une surexpression des CS (Teixeira et al., 2012).

## 1.2.4 Les conséquences du surpoids et de l'obésité pédiatriques sur les niveaux d'activité physique et le comportement sédentaire

### 1.2.4.1 Les conséquences du surpoids et de l'obésité pédiatriques sur les Niveaux d'Activité Physique (NAP)

L'excès adipeux présent chez les adolescents en situation de surpoids et d'obésité affecte négativement les paramètres physiques (aptitude aérobie, explosivité...), psychomotivationnels (motivation et confiance en soi) et sociaux (participation à l'AP) nécessaires à

la pratique d'AP (Gilic et al., 2022; González-Gálvez et al., 2022; Lee et al., 2022). Du fait de ces limitations, les NAPQ sont donc inférieurs chez les adolescents présentant ces limitations par rapport à leurs homologues normo-pondérés (Raistenskis et al., 2016; Söğüt et al., 2019). Le tableau ci-dessous (tableau 1) résume les résultats de trois études analysant les NAPQ entre des adolescents en situation de surpoids et obésité et ceux masse corporelle saine :

Tableau 1 : Comparaison des NAPQ mesurées objectivement entre les adolescents en situation de surpoids et d'obésité et leurs homologues normo-pondérés

Etude	Méthode	Résultats adolescents en situation du surpoids et obésité	Résultats adolescents normo-pondérés
	-2200 adolescents européens -Mesure des Niveaux d'Activité Physique Quotidiens (NAPQ) avec des Activités Physiques à intensité Modérée à Vigoureuse (APMV).	-Surpoids garçons = 64 min/J -Obèses garçons 60 min/J -Surpoids filles = 49 min/J -Obèses filles = 44 min/J.	-Garçons = 67min/J ( $p=0,002$ ) -Filles = 51min/J ( $p=0,055$ ).
(Chung et al., 2012)	-Echantillon provenant de l'étude NHANES sur 4718 enfants et adolescents âgés de 6 à 17 ans -APMV mesurés par accéléromètre.	- Activité Physique (AP) d'intensité vigoureuse chez les filles (6-17 ans) en surpoids : 5,1 ( $\pm 0,5$ ) min/J et celles en obésité : 3,8 ( $\pm 0,5$ ) min/J - AP d'intensité modérée chez les filles (6-17 ans) en surpoids : 37,9 ( $\pm 2,3$ ) min/J et celles en obésité : 33,7 ( $\pm 3,5$ ) min/J. -AP d'intensité vigoureuse chez les garçons (6-17 ans) en surpoids : 8,1 ( $\pm 0,8$ ) min/J et ceux en obésité : 7,8 ( $\pm 0,8$ ) min/J - AP d'intensité modérée chez les garçons (6-17 ans) en surpoids : 53,9 ( $\pm 3,5$ ) min/J et ceux en obésité : 49,1 ( $\pm 4,4$ ) min/J.	- AP d'intensité vigoureuse chez les filles (6-17 ans) normo pondérées : 8,1 ( $\pm 0,4$ ) min/J ( $p \leq 0,001$ ) - AP d'intensité modérée chez les filles (6-17 ans) normo pondérées : 46,7 ( $\pm 1,5$ ) min/J ( $p=0,012$ ).  - AP d'intensité vigoureuse chez les garçons (6-17 ans) normo pondérés : 11,8 ( $\pm 0,5$ ) min/J ( $p \leq 0,001$ ) - AP d'intensité modérée chez les garçons (6-17 ans) normo pondérés : 62,1 ( $\pm 1,7$ ) min/J ( $p=0,003$ ).
(Raistenskis et al., 2016)	-Mesures des APMV -532 adolescents lituaniens -73,5% : normo-pondérés et 20,1% : situation de surpoids (obésité incluse).	-APMV des garçons en situation de surpoids et obésité 80,5 ( $\pm 49,4$ ) min/J -APMV des filles en situation de surpoids et obésité 76,3 ( $\pm 46,6$ ) min/J.	-APMV des garçons normo pondérés 92,0 ( $\pm 49,8$ ) min/J ( $p=0,018$ ) - APMV des filles normo pondérées 96,8 ( $\pm 83,3$ ) min/J ( $p=0,018$ ).
(Söğüt et al., 2019)	-244 enfants âgés de 10,3 ( $\pm 0,3$ ) ans (Pays de Galles et Royaume-Uni).	-APMV des garçons en surpoids 26,5 ( $\pm 18,9$ ) min/J -APMV des filles en surpoids 19,1 ( $\pm 9,1$ ) min/J.	-APMV des garçons normo-pondérés 38,7 ( $\pm 17,2$ ) min/J ( $p \leq 0,001$ )

	-Mesure objective des APMV (accéléromètre).		-APMV des filles normo-pondérés 25,8 (±11,9) min/J ( $p \leq 0,001$ ).
Etude IPEN (Van Dyck et al., 2022)	-Mesure des APMV -4852 adolescents -Prévalence du surpoids et de l'obésité : 17,2% -Temps moyen passé en APMV : 41,3 (±22,6) min/jour.	-Associations négatives entre les APMV et l'Indice de Masse Corporelle (IMC) -Plus les adolescents ont un IMC élevé, plus le temps d'APMV est faible.	

Le comportement en AP (exprimé par les NAPQ APMV) plus faible chez les adolescents en situation de surpoids et d'obésité par rapport à leurs homologues normo-pondérés témoigne de la difficulté de ces adolescents à s'engager dans l'AP notamment à cause de leurs limitations physiques et psycho motivationnelles causées par l'excès adipeux. Ces limitations dues au surpoids et à l'obésité affectent également le CS chez ces adolescents.

#### 1.2.4.2 Les conséquences du surpoids et de l'obésité pédiatriques sur le comportement sédentaire

Les adolescents en situation de surpoids et d'obésité passent moins de temps que leurs homologues normo-pondérés dans la pratique d'AP (Chung et al., 2012; Söğüt et al., 2019). Une hypothèse pourrait être que les temps non passés dans la pratique d'AP soient remplacés par du temps passé en Comportement Sédentaire. Cependant, l'analyse de la littérature est moins formelle, voire contradictoire. En effet, Raistenskis et al, ne retrouvent pas de différence significative entre le CS (évalué avec l'indicateur de temps d'écran (Youth Physical Activity Questionnaire (YPAQ)) chez les adolescents en situation de surpoids et d'obésité par rapport à leurs homologues normo-pondérés (105,3 vs 114,4 min/J ;  $p=0,344$ ) (Raistenskis et al., 2016). Ruiz et al, confirment les résultats précédents avec un CS évalué objectivement (accélérométrie) (Ruiz et al., 2011). La revue systématique de Carson et al, regroupant les relations entre CS (mesurés objectivement et subjectivement) et indicateurs de santé (composition corporelle, risques métaboliques, CP...) a retrouvé des relations entre des temps passés devant l'écran plus élevés et une composition corporelle défavorable (IMC, zscore d'IMC et tour de taille élevé) (28 / 33 études) (Carson et al., 2016). Les temps d'écran plus

élevés étaient plus importants chez les adolescents en situation de surpoids et d'obésité par rapport à un groupe témoin (Carson et al., 2016; Prentice-Dunn & Prentice-Dunn, 2012).

L'hétérogénéité des résultats peut en partie s'expliquer par des méthodologies d'évaluation différentes du CS pouvant affecter la précision des résultats (accélérométrie ou questionnaires) (Prentice-Dunn & Prentice-Dunn, 2012).

Il est toutefois admis que les adolescents en situation de surpoids et d'obésité passent plus de temps que leurs homologues normo-pondérés dans des temps sédentaires et notamment devant les écrans. Kwon et al, ont montré que le CS global n'était pas associé à la MG chez les adolescents. Cependant, des temps d'écran de télévision élevés étaient associés à une MG élevée (Kwon et al., 2022).

Ces temps d'écran supérieurs dans cette population peuvent s'expliquer par un temps de pratique d'AP plus faible étant affecté par des limitations physiques (HM plus faibles) et psycho-motivationnelles (auto-efficacité et motivation envers l'AP plus faibles) qui ne sont pas favorables à la mise mouvement des adolescents (B. Owen et al., 2014; S. S.-C. Hui et al., 2020; Lee et al., 2022).

#### 1.2.4.3 Les conséquences du surpoids et de l'obésité pédiatriques sur la combinaison des comportements NAP et CS.

La revue de Prentice-Dunn et Prentice-Dunn, (Prentice-Dunn & Prentice-Dunn, 2012) a montré que les enfants et adolescents en surpoids et obèses étaient plus susceptibles d'avoir des temps d'écran supérieurs combinés avec des NAPQ plus faibles que les enfants et adolescents normo-pondérés (Prentice-Dunn & Prentice-Dunn, 2012). Dans une des études de la revue, les adolescents (classés comme inactifs physiquement) ayant les IMC les plus élevés étaient ceux qui passaient le plus de temps devant un écran. (Yen et al., 2010).

Cette combinaison des comportements NAP et CS a été également étudiée avec les Canadian 24-hour movement guidelines (Tremblay, Carson, Chaput, et al., 2016). Dans deux études analysant les 24-hour movement guidelines entre les adolescents en situation de surpoids et obésité et ceux normo-pondérés, les résultats sont similaires. En effet, on retrouve un respect plus faible des recommandations combinées (APMV et CS) chez les adolescents en surpoids et

obèses par rapport à leurs homologues normo-pondérés ( $p= 0,675$ ) (S.-T. Chen et al., 2021; S. S.-C. Hui et al., 2020).

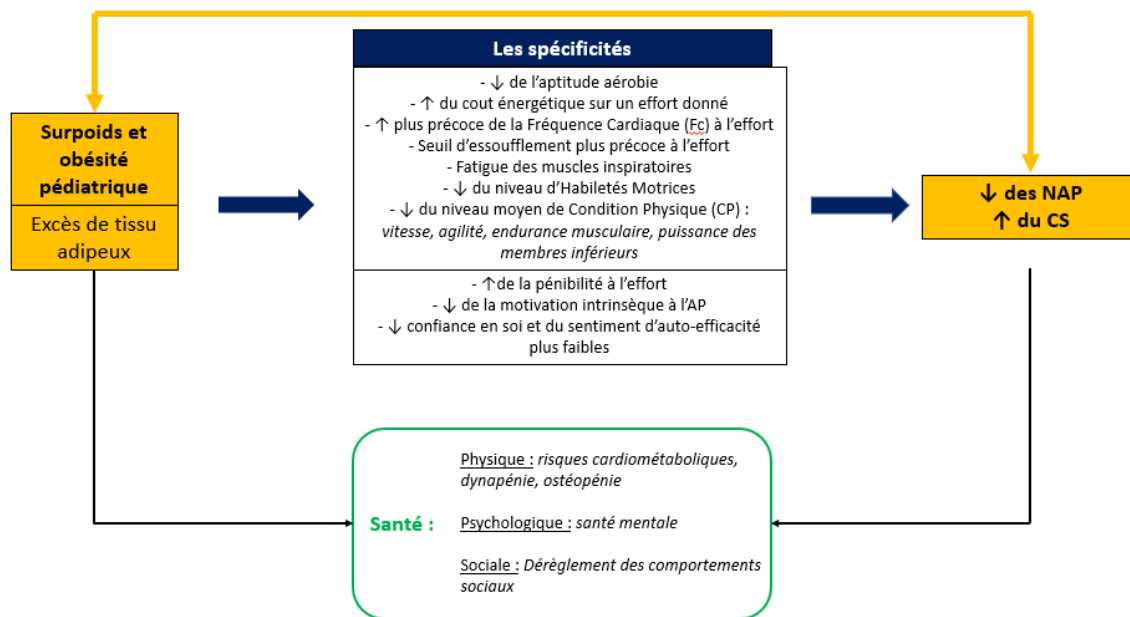
Il semblerait donc que les adolescents en situation de surpoids et d'obésité aient une combinaison de comportement de santé (NAP et CS) défavorable par rapport à leurs homologues normo-pondérés. Cela renforce l'hypothèse que les NAP plus faibles chez les adolescents en situation de surpoids et d'obésité peuvent être remplacés par du CS et notamment des temps d'écran.

### **1.2.5 Les conséquences sur la santé de faibles niveaux d'activité physique quotidiens et du comportement sédentaire élevé**

L'IP et le CS élevés augmentent les risques de surpoids et d'obésité (Ashdown-Franks et al., 2019; Poitras et al., 2016). En retour, ces pathologies favorisent L'IP et le CS (Lee et al., 2022; Prentice-Dunn & Prentice-Dunn, 2012). Les adolescents en surpoids ou obèses se retrouvent donc dans une interdépendance négative (cercle vicieux).

L'IP et les CS élevés entraînent des conséquences néfastes sur la santé des adolescents comme des risques cardiométaboliques plus élevés (Cholestérol, tension artérielle, glycémie), une dynapénie et ostéopénie, une santé mentale (dépression, anxiété, confiance en soi) et des risques de déséquilibres des comportements psychos-sociaux (Biddle & Asare, 2011; Carson et al., 2016; Faigenbaum et al., 2018). Le figure ci-dessous résume l'interdépendance négative du surpoids et de l'obésité avec l'IP et le CS sur la santé des adolescents (Figure 4).





NAP : Niveau d'activité physique ; CS : Comportement sédentaire ; Fc : Fréquence Cardiaque ; HM : Habiletés motrices ; AP : Activité physique ; ↑ : augmentation ; ↓ : diminution

Figure 4 : Représentation schématique de l'interdépendance du surpoids et de l'obésité avec l'IP et le CS sur la santé des adolescents.

Il est donc prioritaire et urgent d'agir afin d'améliorer la santé des adolescents en situation du surpoids et d'obésité, notamment en actionnant deux des leviers prioritaires qui sont de rompre l'IP et le CS élevé par l'augmentation des NAPQ (Tully et al., 2022). Cependant, ces adolescents ont des besoins spécifiques en matière d'AP et par conséquent, des adaptations doivent être effectuées. De nombreuses recommandations spécifiques existent et seront détaillées dans la partie suivante (O'Malley & Thivel, 2015). Dans le développement d'une Prise En Charge (PEC) spécifique aux adolescents en situation de surpoids et d'obésité, répertorier et utiliser ces recommandations en y ajoutant des concepts innovants permettra de répondre précisément à leurs besoins et d'atteindre leurs objectifs.

## 1.3 Recommandations et Prise En Charge par l'Activité Physique Adaptée des adolescents en situation de surpoids et d'obésité

---

### 1.3.1 La prise en charge par l'APA incluse dans le parcours de soins de l'adolescent en situation de surpoids et d'obésité

Chez l'adolescent en situation de surpoids et d'obésité, une PEC évolutive et multidisciplinaire axée sur la modification des comportements de santé classés comme « modifiables » est conseillée : augmentation du comportement d'AP, diminution du Comportement Sédentaire, modification de l'alimentation et du sommeil (Tully et al., 2022).

Actuellement, il n'existe pas de consensus international concernant cet accompagnement. Cependant, certaines grandes instances ont publié des recommandations : l'Academy of Nutrition and Dietetics (S. Kirk et al., 2022), les recommandations canadiennes (Lau et al., 2007), l'European Association for the Study of Obesity (EASO) ((Farpour-Lambert et al., 2015). Aussi, une revue systématique récente a compilé l'ensemble des recommandations à destination de la PEC du surpoids et de l'obésité chez l'adolescent (Tully et al., 2022). En France, la HAS a publié un guide sur la PEC du surpoids et de l'obésité chez les adolescents « le guide du parcours de soins : surpoids et obésité de l'enfant et de l'adolescent » (Haute Autorité de Santé, 2022). Parmi l'ensemble des actions sur les différents comportements de

santé chez l'adolescent en situation de surpoids et d'obésité, la modification du comportement d'AP reste prioritaire.

### 1.3.2 Les recommandations en AP pour les enfants et adolescents, principes de la PEC en APA des adolescents en situation de surpoids et d'obésité :

#### 1.3.2.1 Les recommandations nationales et internationales en AP pour les enfants et adolescents:

Pour pouvoir concevoir cette PEC, des recommandations générales sur les différents comportements de santé sont nécessaires. En France, les recommandations en AP émises par Santé Publique France (Anses, 2016) sont valables pour les enfants et adolescents en prévention primaire ainsi que pour ceux en situation de surpoids et d'obésité. Ces recommandations s'appuient sur les recommandations internationales de l'OMS (Organisation mondiale de la Santé, 2020) (infographie officielle en annexe 2).

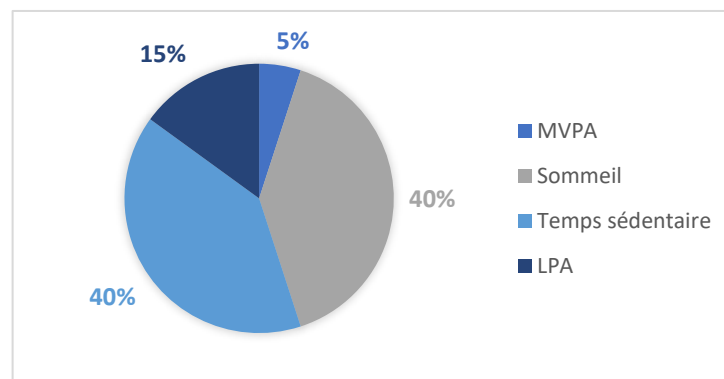
#### Les recommandations en AP pour l'enfant et l'adolescent âgés de 5 à 17 ans sont :

- « Pratiquer au moins 60 minutes d'AP par jour tout au long de la semaine
- pratiquer une AP d'intensité modérée à soutenue de type aérobique
- pratiquer au moins 3 fois par semaine des AP d'intensité soutenue ainsi que des « activités qui renforcent le système musculaire et l'état osseux »
- Limiter le temps de sédentarité et particulièrement le temps de loisir devant un écran ».

#### 1.3.2.2 Les recommandations « Canadian 24-Hour Movement Guidelines »

Les recommandations de l'OMS se centrent sur la pratique d'AP et notamment les APMV. Pourtant, les recommandations pour les adolescents en matière de APMV ne représentent que 5% du temps possiblement actif sur une journée (60 minutes sur un total de 24 heures) (Chaput et al., 2014). A partir de ce constat, les canadiens ont établi les recommandations « Canadian 24 Hour Movement Guidelines » construites avec différents comportements

retrouvés dans la journée d'un adolescent (Tremblay, Carson, & Chaput, 2016). Ces auteurs soutiennent le fait qu'il est nécessaire de cibler différents comportements au cours de la journée (AP, AP d'intensité faible (LPA, qui sont définies comme l'ensemble des AP structurées et non structurées d'intensité faible) , temps de sommeil et CS) pour avoir plus de chances de toucher les adolescents (Chaput et al., 2014; Tremblay, Carson, Chaput, et al., 2016). Ce modèle intègre donc quatre comportements de santé : l'AP APMV, l'AP d'intensité Faible (LPA « Light intensity Physical Activity ») (mouvements quotidiens), le CS et le temps de sommeil (Figure 5).



APMV : Activité physique d'intensité Modérée à Vigoureuse ; LPA : Activité Physique d'intensité Faible

Figure 5 : Adaptation de la figure de « *estimated distribution of movement behaviors over the 24hour period* » (Chaput et al., 2014)

Les recommandations des « Canadian 24 Hour Movement Guidelines » sont :

- « L'accumulation d'au moins 60 minutes par jour d'APMV comprenant une variété d'activités aérobies. Des AP d'intensité élevée et des AP pour renforcer les muscles et les os au moins trois fois par semaine.
- Plusieurs heures d'une variété de LPA structurées et non structurées
- Un maximum de 2 heures par jour de temps de loisir devant un écran
- Un minimum de périodes prolongées en position assise
- De 9 à 11 heures de sommeil pour les 5 à 13 ans et de 8 à 10 heures pour les 14-17 ans. Des heures de coucher et de lever régulières » (Recommandations officielles en annexe 3).

La vision holistique de ces recommandations (sur plusieurs habitudes de vie) font de celles-ci un modèle adapté pour le public des enfants et adolescents (S. S. Hui et al., 2021; Y. Yang et al., 2022). Cependant, il est nécessaire de compléter ces recommandations pour les enfants et adolescents en surpoids et obèses.

### 1.3.3 Rôle et pratique de l'activité physique chez l'adolescent obèse (Etude 1)

Cette étude a fait l'objet d'une publication :

Nezondet, C.; Toulouse, L.; Zunquin, G. Rôle et pratique de l'activité physique chez l'adolescent obèse. *Pratiques en nutrition* **2021**, 4, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pranut.2021.06.004>.

## dossier

Activité physique et santé

# Rôle et pratique de l'activité physique chez l'adolescent obèse

**Charlie NEZONDET<sup>a</sup>**  
Doctorant sciences et techniques des activités physiques et sportives (Staps), chef de projet santé

**Louis TOULOUSE<sup>b,c,d</sup>**  
Doctorant Staps, chef de projet santé

**Gautier ZUNQUIN<sup>a,\*</sup>**  
Maître de conférences des universités

<sup>a</sup>Laboratoire mouvement, équilibre, performance, santé, campus Montaury, EA 4445, université de Pau et des Pays de l'Adour, 2 allée du Parc-Montaury, 64600 Anglet, France

<sup>b</sup>Unité de recherche pluridisciplinaire sport santé société, ULR 7369, université du Littoral Côte-d'Opale, avenue Maurice-Schumann, 59140 Dunkerque, France

<sup>c</sup>Université de Lille, 42 rue Paul-Duez, 59000 Lille, France

<sup>d</sup>Université d'Artois, 9 rue du Temple, 62000 Arras, France

**L'activité physique (AP) est un élément incontournable de la prise en charge de l'adolescent obèse. Elle est utilisée pour augmenter la dépense énergétique afin d'améliorer la santé de l'individu. La mise en place d'un mode de vie actif est un processus complexe nécessitant la maîtrise des concepts liés à l'AP et la construction d'un comportement adapté au cours du temps. L'optimisation de la prise en charge nécessite des interventions pluridisciplinaires multimilieus.**

© 2021 Publié par Elsevier Masson SAS

**Mots clés** – activité physique ; adolescent ; mode de vie actif ; obésité ; sédentarité

**Role and practice of physical activity in obese adolescents.** Physical activity (PA) is an essential part of the management of the obese adolescent. It is used to increase energy expenditure in order to improve the health of the individual. The implementation of an active lifestyle is a complex process that requires mastery of PA concepts and the development of appropriate behavior over time. Optimizing management requires multidisciplinary, multi-site interventions.

© 2021 Published by Elsevier Masson SAS

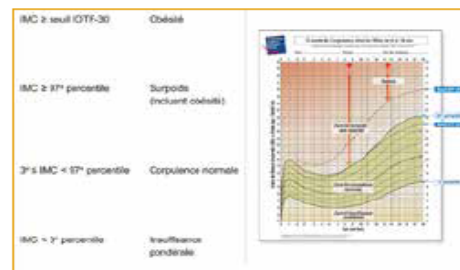
**Keywords** – adolescent; active lifestyle; obesity; physical activity; sedentary lifestyle

**E**n France, un adolescent sur six a des problèmes de poids. Parmi les facteurs associés au risque de surpoids et d'obésité dans cette population, un mode de vie limitant la dépense énergétique (liée à l'activité physique [AP] et au comportement sédentaire) est considéré comme étant l'une des principales causes directes avec les habitudes alimentaires. Ainsi, développer un style de vie actif, favorisant l'AP, est un enjeu important lors de la prise en charge de l'adolescent obèse.

### Obésité de l'enfant et de l'adolescent

✦ **Le diagnostic du surpoids et de l'obésité pédiatriques** s'effectue par la mesure de l'indice de masse corporelle (IMC). Chez l'enfant et l'adolescent jusqu'à 18 ans, l'IMC s'interprète à l'aide des courbes de corpulence, en fonction de l'âge et du sexe. Les seuils recommandés en pratique clinique pour définir le surpoids et l'obésité dans cette population sont ceux des courbes de corpulence du programme national nutrition santé de 2010 (figure 1) [1]. Ces seuils sont issus à la fois des références françaises et de celles de l'International Obesity Task Force. Un IMC > 97<sup>e</sup> percentile des courbes de croissance françaises indique un surpoids ou une obésité.

✦ **Les conséquences de l'obésité sur la santé**, la qualité de vie et le développement psychosocial du jeune individu sont nombreuses et accentuées par la précocité de son apparition [2]. Il est donc recommandé



**Figure 1.** Termes et seuils recommandés pour définir le surpoids et l'obésité chez l'enfant et l'adolescent jusqu'à 18 ans, selon les courbes de corpulence du programme national nutrition santé.

de dépister les enfants et les adolescents qui présentent un surpoids et de leur proposer une prise en charge précoce afin de limiter la constitution d'une obésité persistante. La probabilité qu'un enfant obèse le reste à l'âge adulte varie selon les études : elle serait de 20 à 50 % avant la puberté, et de 50 à 70 % après la puberté [1].

### Définitions, effets sur la santé et relation de l'AP avec l'adiposité

✦ **L'AP se définit comme « tout mouvement corporel produit par les muscles squelettiques, entraînant une dépense d'énergie supérieure à celle du repos »** [3]. Elle se répartit en quatre domaines :

\*Auteur correspondant.  
Adresse e-mail :  
gzunquin@univ-pau.fr  
(G. Zunquin).

- les AP de la vie quotidienne (transports, activités domestiques, professionnelles ou scolaires) ;
- les AP de loisirs, qui incluent les sports et les exercices physiques.
- ♦ **Un exercice est un type spécifique d'AP**, qui est planifié, structuré et réalisé de façon répétitive pour augmenter et maintenir la condition physique [4].
- ♦ **La condition physique** est relative à l'endurance cardio-vasculaire et musculaire, à la force, à la souplesse, à la coordination, à la composition corporelle et aux composants métaboliques [5].
- ♦ **Chez les adolescents, les relations entre l'AP et la condition physique** sont fortes [6]. Sur le plan de la santé cardio-vasculaire, les AP d'intensité modérée à vigoureuse (APMV) entraînent des gains plus importants que celles de plus faible intensité [7]. Pour augmenter l'aptitude cardio-respiratoire et influencer positivement sur les facteurs cardio-métaboliques (tension artérielle diastolique, profil lipidique, glycémie à jeun) et osseux [8,9], au moins deux séances hebdomadaires d'AP modérées ou une séance hebdomadaire d'AP vigoureuses sont nécessaires. Les jeunes obèses ayant une condition physique dégradée sont plus exposés aux facteurs de risque cardio-vasculaire.
- ♦ **Les adolescents obèses ayant peu joué au cours de leur enfance** ont un équilibre diminué [10], ce qui les soumet à un risque de blessures et de fractures [10] et augmente leur difficulté à s'engager pleinement dans une AP. Or, Ahreum Han et al. ont montré, en 2018, que l'AP influence positivement le développement moteur et les compétences motrices dans cette population [11]. Elle possède aussi un impact positif sur la santé mentale (qualité de vie, humeur et estime de soi, etc.) [12].
- ♦ **À corpulence équivalente**, les adolescents possédant une bonne endurance cardio-respiratoire présentent significativement moins de comorbidités que leurs homologues peu endurants [13]. En outre, ceux dont l'excès de masse grasse se concentre au niveau abdominal seraient exposés à plus de comorbidités, indépendamment de l'IMC. Ces mécanismes expliquent notamment que tous ceux qui ont un IMC correspondant à une situation d'obésité ne développent pas de complications associées à leur surpoids et, inversement, que certains de ceux qui ont un IMC dans la norme souffrent de complications liées à leur faible niveau d'AP.
- ♦ **En 2020, Joe Piggitt et al. ont proposé une définition plus large de l'AP**, qui rend compte de sa nature complexe. Pour ces auteurs, « l'AP implique des personnes qui bougent, jouent, agissent dans des espaces et des contextes culturels spécifiques et qui sont influencées par un ensemble unique d'intérêts, d'émotions, d'idées, d'instructions et de relations » [14]. Selon ce modèle, l'individu construit son comportement d'AP en fonction de l'environnement dans lequel il évolue

(physique, psychique et moral). Sa manière d'agir en la matière est donc le résultat complexe de ces différents facteurs. Cette définition souligne l'intérêt des prises en charge pluridisciplinaires et plurimilleux de l'adolescent obèse en vue de développer un mode de vie actif [15].

### Inactivité physique et comportement sédentaire de l'adolescent obèse

- ♦ **L'inactivité physique** est caractérisée par un niveau d'AP d'intensité modérée à élevée ne permettant pas d'atteindre le seuil recommandé pour la santé qui est, chez l'adolescent, d'au moins soixante minutes quotidiennes d'APMV. En France, seuls 28 % des garçons et 18 % des filles de 6 à 17 ans atteindraient ces recommandations [16].
- ♦ **Le comportement sédentaire** correspond à toute situation d'éveil caractérisée par une dépense énergétique faible en position assise, inclinée ou allongée [17]. Ainsi, regarder la télévision, jouer à des jeux vidéo, utiliser les réseaux sociaux, faire ses devoirs et lire un livre tout en étant assis sont des activités sédentaires. De nombreuses études ont montré que ce type de comportements – rester devant un écran notamment – a un impact négatif sur le développement physique, cognitif, émotionnel et social des adolescents, ainsi que sur leurs résultats scolaires, leur sommeil, leur bien-être et leur santé mentale [18,19]. En France, 73 % des enfants et des adolescents passent plus de deux heures par jour devant un écran et 10 % plus de six heures [16].

### Évolution des recommandations d'AP

- ♦ **Les recommandations d'AP chez l'adolescent obèse** valorisent les APMV et leurs effets sur la santé (tableau 1) [20]. L'accent est également mis sur toutes les formes d'AP : transports actifs, cours d'éducation physique et sportive, etc.
- ♦ **Les dernières recommandations de l'Organisation mondiale de la santé** concernant l'AP [21] s'appuient sur les directives canadiennes pour le mouvement en vingt-quatre heures [22]. Elles considèrent l'AP et le sommeil comme les fondements de la santé des adolescents. Le manque de sommeil (jusqu'ici absent des recommandations), la baisse de la sédentarité et l'APMV sont associés à une diminution du risque de maladie chronique. Plus récemment, il a également été démontré que l'AP légère de la vie quotidienne a un effet positif sur la santé [21].
- ♦ **Parce qu'une augmentation du temps passé à adopter l'un des comportements liés au mouvement** au cours d'une journée de vingt-quatre heures modifie celui dévolu à un autre type de comportement, des recherches émergentes ont examiné de quelle façon ces facteurs d'utilisation du temps peuvent interagir pour influencer la santé. Elles ont mis en évidence

### Références

- [1] Haute Autorité de santé. Surpoids et obésité de l'enfant et de l'adolescent. Septembre 2011. [www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2011-10/reco2clics\\_obesite\\_enfant\\_adolescent.pdf](http://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2011-10/reco2clics_obesite_enfant_adolescent.pdf).
- [2] Ministère chargé de la Santé, Institut national de prévention et d'éducation pour la santé. Evaluer et suivre la corpulence des enfants. 2011. [www.apop-france.com/uploads/efinder/doc-telecharger/docIMCEnf\\_INPES\\_2012%20\(1\).pdf](http://www.apop-france.com/uploads/efinder/doc-telecharger/docIMCEnf_INPES_2012%20(1).pdf).
- [3] Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* 1985;100(2):126-31.
- [4] Whaley MH, Brubaker PH, Otto RM, Armstrong LE. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia (Etats-Unis): Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
- [5] Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T. Physical activity, fitness, and health. International proceedings and consensus statement. Champaign (Etats-Unis): Leeds: Human Kinetics; 1994.
- [6] Morrow Jr JR, Tucker JS, Jackson AW, et al. Meeting physical activity guidelines and health-related fitness in youth. *Am J Prev Med* 2013;44(5):439-44.
- [7] García-Hermoso A, Cerrillo-Urbina AJ, Herrera-Valenzuela T, et al. Is high-intensity interval training more effective on improving cardiometabolic risk and aerobic capacity than other forms of exercise in overweight and obese youth? A meta-analysis. *Obes Rev* 2016;17(6):531-40.
- [8] Raghuvver G, Hartz J, Lubans DR, et al. Cardiorespiratory fitness in youth: an important marker of health: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2020;142(7):e101-18.
- [9] Karlsson MK, Rosengren BE. Exercise and Peak bone mass. *Curr Osteoporos Rep* 2020;18(3):285-90.



## dossier

### Activité physique et santé

#### Références

[10] Steinberg N, Nemet D, Pantanowitz M, Eliakim A. Gait pattern, impact to the skeleton and postural balance in overweight and obese children: a review. *Sports (Basel)* 2018;6(3):75.

[11] Han A, Fu A, Cobley S, Sanders RH. Effectiveness of exercise intervention on improving fundamental movement skills and motor coordination in overweight/obese children and adolescents: a systematic review. *J Sci Med Sport* 2018;21(1):89-102.

[12] Williams CF, Bustamante EE, Waller JL, Davis CL. Exercise effects on quality of life, mood, and self-worth in overweight children: the SMART randomized controlled trial. *Transl Behav Med* 2019;9(3):451-9.

[13] Stoner L, Pontzer H, Barone Gibbs B, et al. Fitness and fatness are both associated with cardiometabolic risk in preadolescents. *J Pediatr* 2020;217:39-45.

[14] Piggin J. What is physical activity? A holistic definition for teachers, researchers and policy makers. *Front Sports Act Living* 2020;2:72.

[15] Hu D, Zhou S, Crowley-McHattan ZJ, Liu Z. Factors that influence participation in physical activity in school-aged children and adolescents: a systematic review from the social ecological model perspective. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(6):3147.

[16] Observatoire nationale de l'activité physique et de la sédentarité. Activité physique et sédentarité de l'enfant et de l'adolescent, nouvel état des lieux en France. 2020. [www.onaps.fr/data/documents/190917\\_ONAPS\\_RC%202018%20final.pdf](http://www.onaps.fr/data/documents/190917_ONAPS_RC%202018%20final.pdf).

[17] 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.

Tableau 1. Recommandations d'activité chez l'adolescent (12-17 ans) obèse [20].

Type	Fréquence	Bénéfices attendus
Activités physiques d'intensité modérée à vigoureuse (qui donnent chaud, font transpirer et rougir l'enfant, etc.), dont activités à contrainte mécanique, favorisant la santé osseuse (sauter, courir, danser, etc.) : transport actif, sport encadré ou non, jeux sportifs, éducation physique et autres activités réalisées à la maison, à l'école ou avec les pairs	Plus de soixante minutes par jour, au moins trois fois par semaine	Facilite la concentration et l'apprentissage Améliore la qualité des os et des muscles Améliore et développe la coordination et l'équilibre Contribue à atteindre et à maintenir un poids sain Stimule la confiance en soi et l'indépendance Aide à se faire de nouveaux amis et à développer ses compétences sociales

l'importance de tous les comportements liés au mouvement tout au long de la journée.

#### Développement d'un style de vie actif au cours de l'enfance et de l'adolescence

✦ **L'adolescence représente une période de transition critique**, qui se caractérise par un rythme important de croissance et de nombreux bouleversements [23]. Ces changements concernent les processus biologiques mais également le mode de vie, et leurs interactions réciproques complexes. Il s'agit aussi d'une période au cours de laquelle le contexte peut exercer une influence déterminante. En outre, les adolescents ne sont pas entièrement capables de comprendre des concepts complexes, les relations entre un comportement et ses conséquences, ou le degré de maîtrise qu'ils ont ou peuvent avoir sur la prise de décisions en matière de santé [23].

✦ **Les comportements liés à l'AP et à la sédentarité de l'adolescent** sont donc le résultat d'un mode de vie (qui se développe tôt dans l'enfance) et de l'influence d'un environnement de plus en plus favorable à un fonctionnement économe en énergie, dont le jeune n'a pas conscience et n'est pas entièrement capable de mesurer les effets sur sa santé.

✦ **L'AP des adolescents est l'expression** de celle mise en place durant les premières années de vie. Dès la petite enfance, des activités physiquement mobilisatrices sont nécessaires à l'acquisition d'une motricité propice à un futur style de vie actif. À mesure que les habiletés motrices se développent, le jeu et l'AP deviennent les principaux moteurs du développement de la forme physique liée à la santé ; ils contribuent à la dépense énergétique quotidienne et au maintien d'un poids corporel dans la norme tout au long de la croissance. Dans les obésités communes, le manque de jeu et d'AP durant l'enfance est très souvent en cause.

✦ **Le type d'AP et leur contexte évoluent** à l'adolescence. À la puberté, les schémas moteurs qui se sont développés au cours de l'enfance sont intégrés dans des mouvements généralement plus complexes dans le

cadre d'AP individuelles, collectives ou d'activités sportives. L'AP devient moins spontanée et plus structurée. Son niveau diminue avec l'âge : 70 % des garçons et 56 % des filles âgés de 6 à 10 ans atteignent les recommandations contre 34 % des garçons et 20 % des filles de 11-14 ans, et 40 % des garçons et 16 % des filles de 15-17 ans [24].

✦ **Les schémas moteurs et les habiletés motrices des adolescents obèses** n'ont été que faiblement développés durant l'enfance et ne peuvent être que partiellement réinvestis dans les AP. L'excès de poids devient de plus en plus important (*figure 7*) et entraîne une situation de handicap sur le plan physique, psychologique et social. Leur condition physique est de moins en moins bonne avec le temps.

✦ **Les objectifs de santé et de condition physique liés à l'AP** sont moins développés chez ces adolescents que chez les normo-pondérés [25]. Pour eux, l'AP est devenue une situation handicapante et embarrassante, ce qui n'est pas favorable au développement d'habitudes bonnes pour la santé.

✦ **Les comportements sédentaires augmentent de façon inéluctable** et ce sont les individus qui ont le plus bougé pendant l'enfance qui ont plus de chances de conserver un style de vie actif. Pour les adolescents obèses, chez qui la sédentarité est souvent importante, acquérir un tel mode de vie nécessite une prise en charge adaptée.

#### Prise en charge de l'adolescent obèse par l'AP adaptée

✦ **Du point de vue clinique**, ces différents constats appellent à centrer les objectifs de prise en charge de l'adolescent obèse autour de différents axes :

- l'amélioration de la condition physique et des marqueurs anthropométriques de l'obésité par une AP régulière, intégrée dans un mode de vie actif (APMV) ;
- le développement des habiletés motrices non développées plus tôt durant l'enfance ;
- l'élaboration de programmes éducatifs permettant d'augmenter les compétences des adolescents sur les effets de l'inactivité, de la sédentarité et

**Tableau 2. Favoriser la pratique d'activité physique de l'adolescent en situation d'obésité : exemples multimilieus.**

Milieu	Cadre de l'activité	Commentaires
Scolaire (collège, lycée)	EPS	Souvent non appréciée ou évitée par l'enfant (difficultés, anxiété, stress) Support d'activité : deux à trois heures par semaine L'EPS évolue et s'organise pour rendre accessible à tous les enfants les différentes pratiques des activités physiques, sportives et artistiques Développement des capacités individuelles et prise de plaisir Instauration de la notation par compétence : accent mis sur l'autonomie et le développement du seul de maîtrise de chaque élève (même les plus en difficulté) Utilisation du certificat d'inaptitude partielle : informations et sensibilisation des enseignants d'EPS afin d'éviter à l'enfant l'arrêt total de l'activité (adaptation)
	UNSS	Associations sportives scolaires proposant de nombreuses AP (individuelles, collectives, compétitions ou non) sur le temps périscolaire dans les collèges et les lycées
	EPS adaptée	Certains établissements proposent des créneaux d'EPS adaptée pour les élèves avec des problématiques de santé (asthme, obésité, etc.) sur une période de plus de trois mois
Extrascolaire et associatif	Associations sportives, sport loisir	Pérenniser le comportement actif tout au long de la semaine Associations sportives centrées sur l'AP pour tous et/ou l'AP santé Objectifs : découverte d'activités (multisports), prise de plaisir, soutien social lors de l'AP, développement de la motivation (intrinsèque), etc. Tissu associatif local (se renseigner auprès des collectivités)
Prise(s) en charge spécifique(s)	Réppop ou associations spécialistes en activités physiques adaptées ou services hospitaliers	Pour les enfants et les adolescents présentant de nombreuses limitations à l'effort et difficultés vis-à-vis de l'AP Dix réseaux de ce type présents sur le territoire national ( <a href="http://www.cnrapop.com">www.cnrapop.com</a> ) Prise en charge de proximité et multidisciplinaire spécifique à chaque enfant Sensibilisation aux différents facteurs favorisant l'obésité en priorisant l'AP Projets d'AP adaptés tout au long de l'année (y compris pendant les vacances scolaires)

AP : activité physique ; EPS : éducation physique et sportive ; Réppop : réseau de prévention et de prise en charge de l'obésité pédiatrique ; UNSS : Union nationale du sport scolaire.

du manque de sommeil sur la santé.

La prise en compte du contexte familial, social, environnemental et culturel est nécessaire pour appréhender la prise en charge et la motivation individuelle à modifier ses comportements.

♦ **De nombreuses possibilités s'offrent aux adolescents en situation d'obésité de tous niveaux** souhaitant pratiquer une AP (tableau 2). Chaque proposition doit être adaptée en fonction des préférences et des capacités du jeune, de son cercle social, du lieu de vie de sa famille et de la disponibilité de ses parents.

### Conclusion

La prise en charge de l'adolescent obèse par l'AP nécessite un suivi à long terme. Au cours de cet accompagnement, les paramètres physiologiques, mais également ceux liés à l'apprentissage d'un mode de vie actif, doivent faire l'objet d'une attention particulière. ▶

### Références

- [18] Rhodes RE, Guerrero MD, Vanderloo LM, et al. Development of a consensus statement on the role of the family in the physical activity, sedentary, and sleep behaviours of children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2020;17(1):74.
- [19] Carson V, Hunter S, Kuzik N, et al. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update. *Appl Physiol Nutr Metab* 2016;41(6 Suppl 3):S240-65.
- [20] O'Malley G, Thivel D. Physical activity and play in children who are obese. *European Childhood Obesity Group (ECOG); 2016. <https://ebook.ecog-obesity.eu/wp-content/uploads/2015/02/ECOG-Obesity-eBook-Physical-Activity-And-Play-In-Children-Who-Are-Obese.pdf>*
- [21] Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med* 2020;54(24):1451-62.
- [22] Latimer-Cheung AE, Copeland JL, Fowles J, et al. The Canadian 24-hour movement guidelines for children and youth: implications for practitioners, professionals, and organizations. *Appl Physiol Nutr Metab* 2016;41(6 Suppl 3):S328-35.
- [23] World Health Organization. Adolescent health. 2021. [www.who.int/health-topics/adolescent-health#tab=tab\\_1](http://www.who.int/health-topics/adolescent-health#tab=tab_1).
- [24] Verdout C, Salanave B, Deschamps V. Activité physique et sédentarité dans la population française. Situation en 2014-2016 et évolution depuis 2006-2007. *Bull Epidemiol Hebd (Paris)* 2020;1(5):296-304.
- [25] Strong WB, Malina RM, Blimkie C-JR, et al. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr* 2005;146(6):732-7.

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

La PEC à long terme des adolescents en surpoids et obèses doit donc être ciblée sur les paramètres physiologiques mais également sur son environnement pour favoriser l'apprentissage d'un mode de vie actif (Haute Autorité de Santé, 2022; Tully et al., 2022). Dans cet objectif, la PEC en AP ne peut pas être isolée d'une prise en charge diététique et d'un accompagnement dans la diminution du CS (Browne & Cuda, 2022; Clemente et al., 2022; Pfeiffle et al., 2019; Saunders et al., 2022). Cependant les recommandations diététiques spécifiques pour l'adolescent en situation de surpoids et d'obésité ne seront pas développées dans le cadre théorique. Néanmoins, l'intervention développée dans la contribution personnelle prend en compte les recommandations diététiques.

**Les recommandations spécifiques en AP pour ce public ont été émises pour obtenir des bénéfices sur la santé en modifiant de manière positive leurs comportements de santé. Il manque cependant une étape clé entre les recommandations et l'amélioration de la santé qui est l'opérationnalisation de ces recommandations.**

### 1.3.4 Les modalités efficaces dans les programmes de prise en charge en APA de l'adolescent en situation de surpoids et d'obésité

En prévention ou dans le traitement du surpoids et de l'obésité pédiatrique, la littérature scientifique regroupe un très grand nombre d'interventions contenant une PEC en AP (Martin et al., 2018; Psaltopoulou et al., 2019). La plupart des programmes de PEC en AP ayant des objectifs de santé pour les adolescents en situation de surpoids et d'obésité présentent des modalités similaires (Kornet-van der Aa et al., 2017; Mead et al., 2017).

#### 1.3.4.1 Les programmes de prise en charge en APA de l'adolescent en situation de surpoids et d'obésité construits à partir des modèles théoriques

Afin de concevoir, mettre en place et évaluer des programmes de PEC en AP il est indispensable que ceux-ci soient élaborés à partir de modèles théoriques validés et adaptés (Nathan et al., 2022; J. F. Sallis, 2018). Deux revues de littérature montrent que les interventions en AP s'appuyant sur des modèles théoriques sont plus efficaces pour modifier positivement le comportement en AP des enfants et adolescents (Brandes et al., 2022; Owen et al., 2017). L'utilisation du modèle socio-écologique est recommandée dans la PEC des adolescents (T. Brown et al., 2019; Ohri-Vachaspati et al., 2015).

##### **Le modèle socio-écologique**

Le modèle socio-écologique a été élaboré par Bronfenbrenner en 1979 (Bronfenbrenner, 1979) avant d'être adapté par Sallis et al en 2006. Le modèle socio-écologique repose sur les interactions entre les individus et leurs environnements et analyse comment ces environnements (politiques, physiques...) influencent le comportement d'un individu (J. F. Sallis et al., 2006). Le modèle socio-écologique a d'abord été utilisé en santé publique (Health et al., 2000). Sallis et al, l'ont appliqué à l'AP et notamment au développement des comportements actifs (figure 6) (J. F. Sallis et al., 2006).

Ces auteurs s’appuient sur le fait que la pratique d’AP est influencée par des paramètres individuels, mais également par l’environnement de l’individu (social, physique et politique).

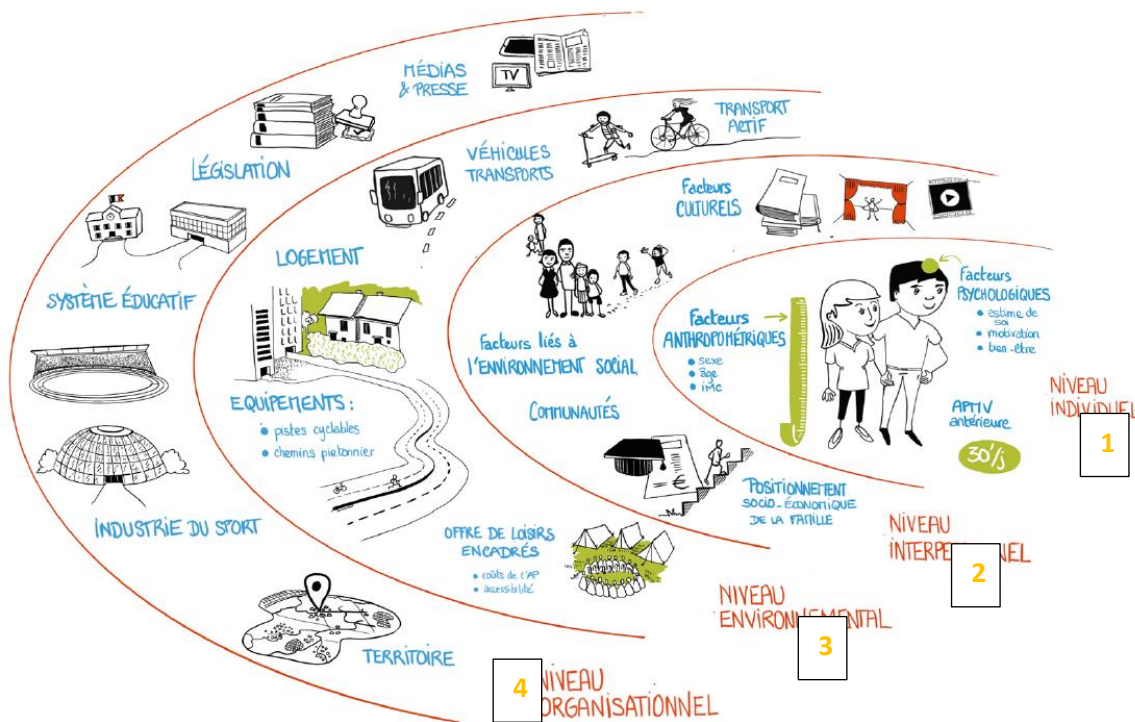


Figure 6 : Adaptation du modèle socio-écologique de Sallis et al, (J. Sallis et al., 1998) avec les différents facteurs d’influence sur le comportement d’AP de l’adolescent

Sur le premier niveau du modèle est placé l’individu et ses caractéristiques intrapersonnelles « niveau individuel » (1). Parmi celles-ci, les paramètres biologiques, psychologiques, cognitifs... L’individu est en interaction constante avec les différents environnements lorsqu’il s’agit du comportement et quatre de ses composantes de la vie active, à savoir les loisirs, le transport, les AP et les tâches domestiques (Committee on Physical Activity, Health, et al., 2005). L’environnement interpersonnel « niveau interpersonnel » (2) est introduit en deuxième niveau de ce modèle avec différents paramètres : facteurs culturels, sociaux, familiaux et l’environnement du domicile. Le troisième niveau représente le « niveau environnemental » (3) avec différentes variables comme les transports, l’aménagement du territoire, la météo, la topographie, les espaces ouverts et la qualité de l’air (Omura et al.,

2020). Le niveau organisationnel (4) dans lequel se situe l’individu représente l’environnement politique et organisationnel qui vont pouvoir influencer les comportements actifs de l’individu par diverses actions : action de promotion de la santé, politiques de transports et investissements financiers pour développer l’environnement physique et déployer les programmes de promotion de la santé (Pate et al., 2016).

En 2012, Bauman et al, (Bauman et al., 2012) ont synthétisé les connaissances sur l’intégration de l’AP dans le modèle socio-écologique de Sallis et al, (J. Sallis et al., 1998) (figure 7).

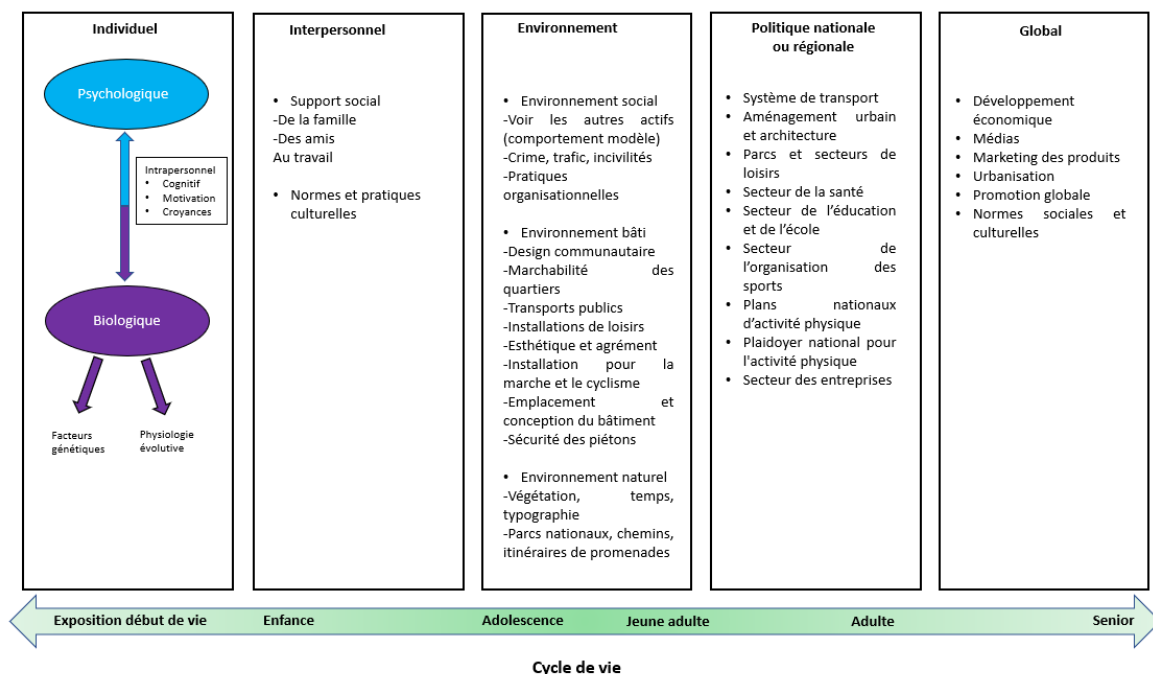


Figure 7 : Adaptation du modèle « Adapted ecological model of the determinants of physical activity » (Bauman et al., 2012)

Dans le modèle de Bauman et al, (Bauman et al., 2012), la notion d’AP tout au long de la vie est intégrée au modèle socio-écologique. En effet, les déterminants influencent la pratique d’AP en fonction des âges : certains aménagements du territoire influencent le niveau de pratique d’AP de populations cibles (jeunes) alors que ceux-ci n’auront pas les mêmes effets pour d’autres publics (public adulte ou seniors) (Ding & Gebel, 2012). Introduire la notion d’AP

tout au long de la vie dans le modèle socio-écologique permet de cibler les déterminants influençant la pratique d'AP en fonction des choix retenus (la tranche d'âge des individus) (Bauman et al., 2012).

Les interventions multi leviers basées sur le modèle socio-écologique (L'Intervention Ciblant l'Activité Physique et la Sédentarité des collégiens » (ICAPS) et Mouv à l'école) permettent d'augmenter les NAP extra-scolaires à plus long terme par rapport aux interventions uni levier dont les résultats sont à court terme (Bernal et al., 2021; Kriemler et al., 2011; Simon et al., 2014). Elles permettent également des modifications de la composition corporelle favorables à la santé (limitation du développement de l'IMC et du % MG) (Simon et al., 2014)

Le modèle socio-écologique semble donc être un support théorique adapté pour développer des programmes de PEC en AP chez l'adolescent en situation de surpoids et d'obésité. Pour favoriser la réussite de ces interventions, il est nécessaire de cibler les facteurs qui seront susceptibles d'engager le changement comportemental en AP dans notre population cible.

#### 1.3.4.2 Un programme de prise en charge en APA multi-leviers

Chez l'adolescent en situation de surpoids et d'obésité, la modalité multi-leviers pour un programme d'intervention est devenue indispensable au regard des interventions centrées sur l'individu. Seules les interventions multi-leviers entraînent des modifications significatives de diminution de l'IMC (-0,53 kg/m<sup>2</sup>), du zscore d'IMC (-0,06) et du poids (-1,45 kg) ( $p \leq 0,01$ ) par rapport aux groupes contrôles (Mead et al., 2017). L'intervention à stratégie unique n'est donc pas applicable pour des interventions dans la population d'adolescents en surpoids et obésité (Lambrinou et al., 2020).

La modalité multi-leviers peut prendre plusieurs formes dans un programme d'intervention. En effet, certaines interventions sont multi-leviers du fait d'intervenir sur plusieurs comportements de santé relatifs à l'adolescent et notamment ceux en AP et en diététique (Epstein et al., 2015; Larsen et al., 2015). La modalité multi-leviers peut également être mise en place sous la forme d'interventions opérant sur divers milieux de l'adolescent, en particulier le milieu individuel (Gueugnon et al., 2011), l'environnement physique (scolaire,

extra-scolaire et domicile) (Toftager et al., 2014) et l'environnement social (pairs, familles...) (Ash et al., 2017).

### **-Les interventions multi-leviers en APA sur plusieurs comportements de santé**

Les interventions multi-leviers en AP présentent des résultats supérieurs sur l'amélioration des indicateurs de santé chez les adolescents en situation de surpoids et d'obésité (Bleich et al., 2018; Mead et al., 2017). Une intervention en AP associée à une intervention en alimentation présentent des résultats supérieurs sur la perte de masse corporelle, la préservation de la Masse Musculaire Squelettique (MMS) ainsi que la protection contre la reprise de masse corporelle par rapport aux interventions uni levier (Psaltopoulou et al., 2019). Pour la population en surpoids et obèse, il est recommandé de mettre en place une APA, structurée et individualisée (en fonction de l'âge, des capacités et des limitations) (Foster et al., 2018). Hatfield et al, ont montré qu'un programme de ce type a permis d'améliorer la CCR des adolescents ( $p \leq 0,0001$ ), leurs NAP ( $p=0,03$ ) ainsi que leurs habitudes alimentaires ( $p=0,02$ ) (Hatfield et al., 2017). L'augmentation des NAP est associée à une augmentation de la CCR et à une amélioration de l'IMC (Hatfield et al., 2017). D'autre part, il semblerait que la compréhension et la connaissance sur l'ensemble des comportements sur la santé (AP, alimentation...) puissent permettre des changements de comportement et ainsi de permettre un maintien à plus long terme des effets du programme (Clayton et al., 2021).

Les programmes APA doivent donc être complétés par des séances d'éducation (collectives ou individuelles) (Woo et al., 2022).

### **-Les interventions multi-leviers en APA sur plusieurs milieux de vie de l'adolescent**

#### Effets des interventions réalisées dans le milieu familial :

Afin d'accompagner efficacement des adolescents en situation de surpoids et d'obésité, il est conseillé d'intervenir sur l'environnement physique et social (Ayala et al., 2021; Prados et al., 2023). Selon Clayton et al, l'action sur la sphère familiale (parents, fratrie) s'avère prioritaire afin de générer un soutien social positif des parents (Clayton et al., 2021). L'intérêt des parents



à l'intervention est considéré comme un facteur favorisant la participation des adolescents à la pratique d'APA et aux séances éducationnelles sur l'AP et l'alimentation (Clayton et al., 2021; Grow et al., 2013). Les parents sont donc de puissants leviers à actionner pour modifier les habitudes d'AP des adolescents (Ash et al., 2017). En effet, l'intégration des parents en milieu scolaire présente des effets favorables sur la diminution de l'IMC, du zscore d'IMC, sur l'augmentation des APMV, l'adhésion aux recommandations d'APMV et sur la diminution du CS chez les adolescents (Champion et al., 2022; Verjans-Janssen et al., 2018).

Les interventions réalisées au domicile familial présentent également des résultats sur la composition corporelle (réduction de la masse corporelle) et les comportements d'AP et de sédentarité (Pamungkas & Chamroonsawasdi, 2019; L. Yang et al., 2022).

Cependant la réalisation d'interventions à domicile ne se substitue pas aux interventions scolaires et extra-scolaires, elles en sont indissociables. En effet, Bleich et al, montrent que les interventions combinées en AP et alimentation menées dans le milieu scolaire avec des éléments à domicile sont les plus efficaces (Bleich et al., 2018).

#### Effets des interventions réalisées dans le milieu scolaire :

Les interventions dans le milieu scolaire permettent de toucher les environnements physiques et sociaux de l'adolescent. En effet, l'adolescent passe une majorité de son temps journalier dans l'établissement, des opportunités d'AP sont présentes comme les cours d'Education Physique et Sportive (EPS) et l'AP libre durant les récréations et la consommation de 1 à 2 repas par jour. C'est pourquoi le cadre scolaire s'avère un lieu privilégié pour les interventions (Khambalia et al., 2012; Kriemler et al., 2011).

Elles ont permis d'augmenter les NAP (+ 44,2 min ( $p \leq 0,001$ ) de plus que le groupe contrôle), de réduire le CS, de diminuer l'IMC, zscore d'IMC, de réduire la prévalence du surpoids et de l'obésité (diminution de 26% comparé au groupe contrôle) et d'engendrer des bénéfices sur comportements cibles en alimentation relatifs à l'équilibre énergétique. (Khambalia et al., 2012; Lambrinou et al., 2020; Nathan et al., 2022; Verjans-Janssen et al., 2018). Le milieu

scolaire présente aussi l'intérêt de modifier l'environnement social de l'adolescent. L'adolescent interagit avec de nombreuses personnes (équipes pédagogiques, péri-pédagogiques et pairs) qui sont susceptibles de véhiculer des messages positifs liés aux comportements salutaires. Tous ces acteurs doivent donc être impliqués dans les programmes d'intervention (Nathan et al., 2022). La discipline EPS semble être indiquée pour les adolescents en situation de surpoids et d'obésité par le soutien social par les pairs et la pratique d'AP de manière collective. Cependant les interventions ne doivent pas se limiter à l'EPS mais doivent intégrer l'ensemble des disciplines scolaires (Verduci et al., 2022).

#### Les effets des interventions menées dans le milieu extra-scolaire :

Les interventions extra-scolaires (en structures spécialisées) ont montré des améliorations de la masse corporelle (-10%), de la composition corporelle (perte de 7% de MG et augmentation de 7% de MMS), et de la CRR (Hatfield et al., 2017; Soares et al., 2023) Elles n'ont cependant pas pu montrer d'amélioration significative des NAPQ (-0,02 ;p = 0,81) (Nooijen et al., 2017).

Ainsi, développer des interventions multi-leviers (scolaire, extra-scolaire et à domicile et sur plusieurs comportements de santé) intégrant des stratégies ciblées sur l'individu en interaction avec des stratégies ciblées sur l'environnement chez les adolescents en situation de surpoids et d'obésité permet d'obtenir des effets favorables sur leur santé physique (diminution du z-score d'IMC, amélioration de la composition corporelle et de la CCR) et des effets positifs sur les changements comportementaux en matière d'AP et de CS.

**Cependant, les interventions sur la population des adolescents en situation de surpoids et obésité présentent des limites concernant leur construction.**

### 1.3.5 Limites des interventions en AP dans la prise en charge des adolescents en situation de surpoids et d'obésité

Malgré la présence de nombreuses études interventionnelles (n= 103 études) sur la PEC en APA de ces adolescents, les résultats à long terme restent très hétérogènes (Mead et al., 2017; Nooijen et al., 2017; Safdie et al., 2013). Soare et al, ont montré que la moitié des interventions en AP (17/34) avaient eu des effets significatifs sur la masse corporelle (-10%) ou la composition corporelle (+7% MM, -7% MG) (interventions de 6 à 35 semaines) (Soares et al., 2023). Quant à eux, Nooijen et al ne retrouvent pas d'effet des interventions sur les NAP chez des adolescents en situation de surpoids et obésité (Nooijen et al., 2017).

Ces auteurs ont avancé plusieurs raisons permettant d'expliquer l'hétérogénéité des résultats:

-Le faible nombre d'études longitudinales (à long terme) disposant d'interventions clairement décrites (Carl, Barratt, et al., 2023; Lambrinou et al., 2020).

-L'utilisation d'interventions uni levier (AP) pour accompagner les adolescents en situation de surpoids et d'obésité. En effet, la totalité des études interventionnelles n'utilisent pas l'approche multi leviers théoriquement conçue en combinant l'AP avec l'alimentation et les comportements associés (sommeil, rupture de la sédentarité...) dans divers niveaux environnements de l'adolescent (Nooijen et al., 2017).

-Les interventions en AP ne ciblent pas l'ensemble des limitations des adolescents en surpoids et obèses. En effet, l'Inactivité Physique plus marquée chez ce public est engendrée par des limitations physiques, mais aussi motivationnelles, affectives, cognitives (savoir et compréhension) et sociales (Kebbe et al., 2017; Stankov et al., 2012). Les interventions en AP devraient donc prendre en charge l'adolescent en surpoids et obèse sur une majorité de ces limitations (Al-Khudairy et al., 2017; Nooijen et al., 2017).

**Les différentes recherches menées sur le surpoids et l'obésité pédiatrique s'accordent donc sur la nécessité de développer de nouvelles stratégies d'intervention sur le long terme (> 6**

mois), s'appuyant sur le modèle socio-écologique. Ces interventions seraient ainsi davantage susceptibles d'améliorer les paramètres anthropométriques et de composition corporelle, les NAPQ mais également la motivation à l'AP et les connaissances (Carl, Barratt, Töpfer, et al., 2022; Foster et al., 2018).

La littératie Physique (LP) semble être compatible avec les différentes modalités d'intervention novatrices et efficaces pour la prise en charge en AP des adolescents en situation de surpoids et d'obésité (Paponetti et al., 2023). En effet, le développement des dimensions physiques, cognitives, affectives et sociales de la LP pourraient permettre de répondre aux différentes limitations physiques et psycho-motivationnelles à l'AP de la population ciblée. De plus, la définition de la LP (IPLA) mentionne une pratique d'AP tout au long de la vie qui se réfère aux objectifs de changements de comportements à long terme recommandés dans le surpoids et l'obésité pédiatrique (IPLA, 2017; S. Kirk et al., 2022).

Dans le modèle conceptuel de Cairney et al, (Cairney, Dudley, et al., 2019) la LP s'ancre dans modèle socio-écologique. Son opérationnalisation dans des interventions en AP sur l'environnement physique et social des adolescents en situation de surpoids et obésité semble donc réalisable.

## 1.4 La littératie Physique

---

### 1.4.1 Historique du concept de Littératie Physique

Le terme de LP apparaît en 1950 dans les rapports de santé publique canadiens sous le nom de « savoir-faire physique » (Moss & Mosley, 1959). Le terme « savoir-faire physique » est décrit comme une compétence motrice « habile sur le plan moteur ». Bien que ce « savoir-faire physique » soit associé à la Condition Physique et à l'AP, ces trois notions sont clairement distinctes (Hyndman & Pill, 2018). Kelly et Stafford, (Kelly & Stafford, 1965) identifient la LP comme une compétence de mouvement qui est nécessaire à une bonne CP et des NAP suffisants (Cairney, Kiez, et al., 2019). C'est en 1969 que George Morrison décrit la LP non plus comme une simple compétence motrice, mais bel et bien incluse avec d'autres dimensions physiques et sociales : « Pour être physiquement alphabétisé, il faut être créatif, imaginatif et clair dans les mouvements expressifs, compétent et efficace dans les mouvements utilitaires et inventifs, polyvalent et habile dans les mouvements objectifs. Le corps est le moyen par lequel les idées et les objectifs sont réalisés et, par conséquent, il doit devenir à la fois sensible et habile" (Wall, 1994). Bien que la compétence motrice soit une composante clé de cette définition, pour la première fois, on y retrouve l'intégration des contextes sociaux et environnementaux ainsi que l'implication des capacités cognitives et exécutives d'une personne catégorisée comme ayant une bonne LP (Cairney, Kiez, et al., 2019).

En 2001, Margaret Whitehead propose la première définition conceptuelle moderne de la LP : **« Les caractéristiques d'un individu ayant une bonne littératie physique sont qu'il se déplace avec assurance, économie et confiance dans une grande variété de situations physiquement difficiles. En outre, l'individu est perspicace dans sa "lecture" de tous les aspects de l'environnement physique, anticipant les besoins ou les possibilités de mouvement et y répondant de manière appropriée, avec intelligence et imagination. La littératie physique exige un engagement holistique qui englobe les capacités physiques liées à la perception, à l'expérience, à la mémoire, à l'anticipation et à la prise de décision »** (Whitehead, 2001).

Cette définition s'appuie sur des fondements issus des construits philosophiques du monisme, de l'existentialisme et de la phénoménologie (Edwards et al., 2017; Whitehead, 2010). Le monisme se définit comme un rejet de la vision dualiste qui sépare le corps et l'esprit d'une personne. L'existentialisme est défini comme les interactions entre le monde (environnement) et les individus. Quant à la phénoménologie, elle est l'idée qu'un individu se construit grâce à des apprentissages et des expériences uniques et propres à soi (Pot et al., 2018).

Les travaux de recherche et de rédaction de cette définition sont souvent définis comme « la naissance du concept de littératie physique » (Cairney, Kiez, et al., 2019). Grâce à cette conceptualisation, Margaret Whitehead a permis à la LP de s'intégrer dans les domaines de l'éducation, de l'enfance, du sport, de la santé (et comportements associés) et des politiques de santé (Cornish et al., 2020; Mendoza-Muñoz et al., 2022).

## 1.4.2 Evolutions et développement de la définition du concept « actuel » de la Littératie Physique

### 1.4.2.1 Evolution autour de la définition de la LP

#### **L'évolution de la définition de la LP selon Margaret Whitehead**

La première définition de la LP avancée par Margaret Whitehead en 2001 se centre sur l'utilisation de concepts philosophiques de l'époque (monisme, existentialisme). Entre 2001 et 2010, cette définition initiale a beaucoup évolué en suivant le courant de modernisation de l'EPS (Mandigo et al., 2009). Les notions philosophiques se sont atténuées en laissant place à la description de situations culturelles, sociales et du mouvement, rendant les nouvelles définitions plus concises et claires (Young et al., 2020). L'ensemble de son évolution dans le temps est à retrouver dans le tableau 2.

Tableau 2 : *Evolution de la définition de la littératie physique de Whitehead (tableau inspiré et traduit de Young et al, (Young et al., 2020)*

2001	« Les caractéristiques d'un individu ayant le savoir-faire physique sont qu'il se déplace avec assurance, économie et confiance dans une grande variété de situations physiquement difficiles. De plus, l'individu est perspicace en « lisant » tous les aspects de l'environnement physique, en anticipant les besoins ou les possibilités de mouvement et en y répondant de manière appropriée, avec intelligence et imagination. La littératie physique nécessite un engagement holistique qui englobe les capacités physiques ancrées dans la perception, l'expérience, la mémoire, l'anticipation et la prise de décision » (Whitehead, 2001).
2006	« La motivation, la confiance, la compétence physique, la compréhension et les connaissances nécessaires pour maintenir l'activité physique à un niveau individuel approprié, tout au long de la vie » (Whitehead, 2006).
2013	« La motivation, la confiance, la compétence physique, les connaissances et la compréhension nécessaires pour valoriser et assumer la responsabilité de maintenir des poursuites/activités physiques utiles tout au long de la vie » (ICSSPE, 2013).

En gardant la vision holistique de la définition de la LP impulsée par Georges Morrison en 1969, Margaret Whitehead a fait évoluer sa définition en y intégrant des critères précis sur les situations affectives, cognitives, sociales et physiques. On y voit également apparaître les notions de continuité et de développement pour chaque individu (Kozera, 2017).

### **Evolution de la définition de la LP dans le contexte politique et sanitaire**

L'émergence scientifique de la LP a favorisé les pouvoirs publics (The Canadian Sport Policy, Project Play...) à s'approprier le concept. Les définitions du concept de LP se différencient par le pays et la population ciblés ainsi que la thématique et le domaine de l'organisme (éducation, sport, santé). Cette multitude de définitions rendent le concept difficile à caractériser, à évaluer et à opérationnaliser (Liu & Chen, 2021). Ajouté à ces définitions, le terme LP est souvent utilisé de manière interchangeable et confuse avec des termes comme « activité physique », « éducation physique », « compétences fondamentales du mouvement », « littératie en santé », « littératie du jeu » ... (Edwards et al., 2017).

En 2012, The Canadian Sport Policy positionne la LP comme « une condition préalable à la participation et au plaisir du sport tout au long de la vie » (Jurbala, 2015). Canadian Sport For Life (CS4L-2019) définissent dans leur guide méthodologique la LP comme « la maîtrise des habiletés motrices fondamentales et des habiletés sportives fondamentales qui permettent à un enfant de lire son environnement et de prendre les décisions appropriées, lui permettant de se déplacer en toute confiance et avec contrôle dans un large éventail de situations

d'activité physique » (Higgs et al., 2019). Les Etats Unis et le « Project Play » caractérisent la LP comme : « La capacité, la confiance et le désir d'être physiquement actif pour la vie ». Le Pays de Galles définit la LP comme « la motivation, la confiance, la compétence physique, le savoir et la compréhension qu'une personne possède et qui lui permettent de valoriser et de prendre en charge son engagement envers l'activité physique pour toute sa vie » (The Schools and Physical Activity Task and Finish Group, 2013).

L'utilisation de la LP dans les politiques publiques progresse, mais reste toujours limitée. Seuls les programmes de santé publique « Global Action Plan on Physical Activity (GAPPA) », « Quality Physical Education (UNESCO) » et « SHAPE America » intègrent le concept (Carl, Bryant, et al., 2023). En Europe, seul le Portugal et le Royaume-Uni ont intégré ce concept dans les politiques publiques afin de favoriser l'AP (Carl, Bryant, et al., 2023). Un seul groupement européen (Physical Literacy for Life) s'intéresse à la LP et a défini celle-ci comme « les compétences et les attributs que les individus démontrent par l'AP et le mouvement tout au long de leur parcours de vie. Il peut être compris comme un processus et un résultat que les individus poursuivent par une interaction de leur apprentissage physique, émotionnel, social et cognitif » (Physical Literacy for life, 2023).

#### 1.4.2.2 Evolution du concept de la LP dans le milieu de la recherche

De plus en plus d'auteurs hors domaine de l'EPS s'intéressent à la LP (de 4 publications en 2011 à 83 publications pour l'année 2021) (Mendoza-Muñoz et al., 2022).

De plus en plus de recherches entre pays Européens s'organisent sur les thématiques de l'évaluation de la LP, de la LP dans les écoles primaires ou bien de la LP avec des objectifs de santé (Carl, Bryant, et al., 2023).

#### 1.4.2.3 Consensus autour de la définition de LP

Margaret Whitehead et son association « International Physical Literacy Association » (IPLA), ont permis de clarifier et de standardiser la définition de la LP. La définition retenue a été : « La littératie physique se définit par la motivation, la confiance, la compétence physique, le savoir et la compréhension qu'une personne possède et qui lui permettent de valoriser et de



prendre en charge son engagement envers l’activité physique pour toute sa vie » (IPLA, 2017). Cette définition est la plus couramment utilisée dans la littérature scientifique (sur 103 études, 80 ont utilisé la définition de l’IPLA) (Young et al., 2020).

Aujourd’hui, grâce à cette définition, la LP est présentée comme un concept évolutif, permettant d’acquérir un comportement actif et un concept multidimensionnel (dimension physique, cognitive, affective et comportementale) (Edwards et al., 2017). C’est donc cette définition qui sera utilisée dans ce travail de recherche.

### 1.4.3 Définition et analyse des différentes composantes de la Littératie Physique

#### 1.4.3.1 Présentation des différentes dimensions de la Littératie Physique

Edwards et al, (Carl, Bryant, et al., 2023) ont défini quatre dimensions :

- La **dimension affective** regroupant la motivation, la confiance et l’estime de soi
- La **dimension cognitive** regroupant la connaissance et la compréhension
- La **dimension physique** regroupant la CP et les HM
- La **dimension comportementale** qui regroupe l’idée d’un parcours individuel de LP tout au long de la vie.

L’Analyse Factorielle Confirmatoire (AFC) a montré que la LP était un concept multidimensionnel comme défini par Margaret WhiteHead (ICSSPE, 2013) (Cairney, Kiez, et al., 2019; Gunnell et al., 2018). Selon cette analyse, la dimension affective apparait comme la première dimension la plus reliée à la LP suivie de la dimension physique. La dimension cognitive est bien incluse dans la définition de la LP mais l’AFC n’a pas retrouvé de relations avec la LP (Britton et al., 2022).

### **La dimension affective**

La dimension affective comprend la motivation et la confiance en soi en rapport à l'AP (Whitehead, 2010). Les liens avec l'AP sont forts, car les personnes les moins confiantes et les moins motivées sont moins enclines à participer à une AP (Edwards et al., 2017).

Dans le contexte de la LP, selon Higgs et al, la dimension affective se définit comme « la motivation et la confiance réfèrent à l'enthousiasme, à l'émotion positive et à la confiance en soi suscités à l'idée d'intégrer l'AP à son mode de vie » (Higgs et al., 2019).

### **La dimension cognitive**

La dimension cognitive du concept de LP intègre le savoir et la compréhension à l'AP. Selon Higgs et al, elles peuvent être définies comme « la capacité d'identifier et d'exprimer les qualités essentielles qui influencent le mouvement » (Higgs et al., 2019). Un individu possédant une bonne LP est considéré comme un individu alphabétisé, ayant une connaissance appropriée et bonne compréhension dans les divers domaines de l'AP. Le développement de la LP par la dimension cognitive nécessite la connaissance des règles, des valeurs et des traditions ainsi que la compréhension des bénéfices sur la santé, la pratique sécuritaire, la modification des croyances et la prise de conscience à la mise en place d'un mode de vie actif tout au long de la vie (Ennis, 2015; Mandigo et al., 2009).

### **La dimension physique**

La dimension physique regroupe les qualités nécessaires au mouvement (« movement capacities »), les habiletés motrices (les Fundamental Movement Skills (FMS)), la condition physique et les pratiques d'AP (Edwards et al., 2017). Elle reflète « la capacité d'une personne à développer des habiletés motrices et à expérimenter différentes intensités et durées de mouvements » (Higgs et al., 2019). Le développement de ces HM va permettre à l'individu d'acquérir des compétences motrices mobilisables dans les activités physiques et sportives (Edwards et al., 2017).

### **La dimension comportementale**

La LP se caractérise par le fait qu'elle est évolutive et singulière. Chaque individu possède son cheminement (curriculum) (Edwards et al., 2017). Le maintien de la dimension comportementale (AP) est considéré comme un objectif d'une personne ayant une bonne LP. (ICSSPE, 2013).

### **La relation entre L'AP et la LP**

Pour Whitehead, l'AP est une variable clé mais non incluse dans le modèle de la LP (Giblin et al., 2014). En 2019, Cairney et al, ont introduit la LP dans le domaine de la santé et ont placé l'AP en lien avec la LP. Pour ces auteurs, l'AP et la LP se développent de manière réciproque : Le développement de la LP est important pour une participation soutenue à l'AP mais l'AP (structurée ou non structurée) est favorable au développement de la LP (Cairney, Dudley, et al., 2019).

Caldwell et al, ont montré que les enfants ayant les NAP les plus faibles durant la petite enfance possédaient les plus faibles niveaux de LP à l'âge scolaire. En effet, de faibles NAP ne permettent pas de développer un niveau élevé de LP durant l'enfance (Caldwell et al., 2022). Clark et al, ont quant à eux montré que la mesure des niveaux de LP était un bon prédicteur du profil actif chez des adolescents. Les adolescents ayant des niveaux élevés de LP étaient deux à quatre fois plus susceptibles d'être parmi les groupes les plus actifs (Clark et al., 2022).

#### **1.4.3.2 Les limites de la définition de la LP en différentes dimensions**

La division de la LP en différentes dimensions est indispensable pour une vision applicable en recherche clinique (Britton et al., 2022). Cette construction en dimensions distinctes s'éloigne de la vision holistique de Margaret Whitehead (Gandrieau et al., 2023; Young et al., 2020). Ainsi, la LP risque d'être considérée comme un agrégat de différentes dimensions (Britton et al., 2022). Cette construction amène également à une confusion dans les termes (confusion LP et HM fondamentales), ce qui est susceptible d'entraîner une réduction de la LP au domaine physique de la LP (Britton et al., 2022; Edwards et al., 2017). On retrouve ce type de réduction du concept dans un grand nombre de recherches se focalisent sur la dimension physique au

détriment des autres dimensions. Les différents outils d'évaluation de la LP évaluent également la dimension physique de manière plus précise et plus objective (Cornish et al., 2020).

#### 1.4.4 Liens théoriques entre les différentes dimensions de la Littératie Physique dans un but de santé

Pour comprendre les relations du concept de LP avec la santé, il est nécessaire d'explicitier les liens entre les différentes dimensions (physique, affective et cognitive et comportementale) (Britton et al., 2022). La figure ci-dessous (figure 8) fait référence aux différents liens entre les dimensions de la LP (Edwards et al., 2017; IPLA, 2017).

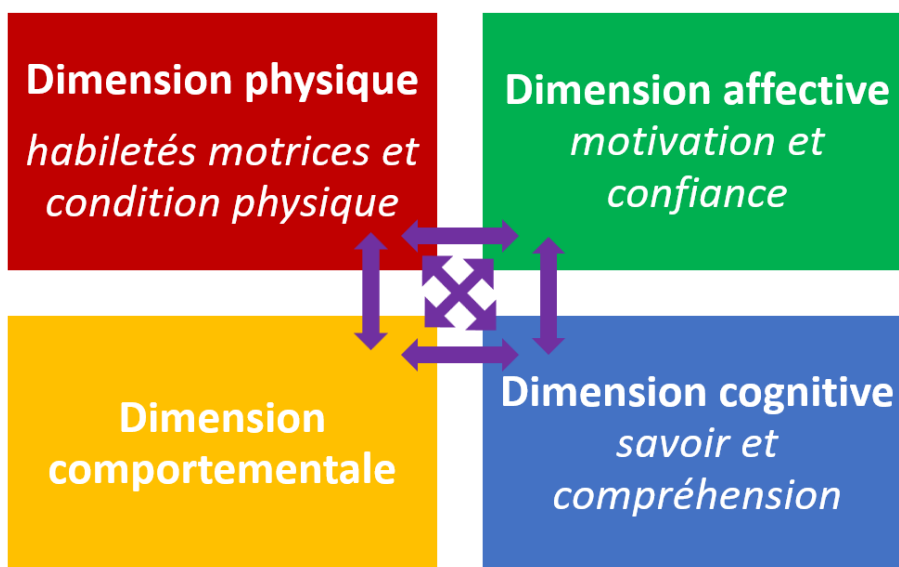


Figure 8 : Représentation schématique des liens entre les différentes dimensions de la littératie physique

La figure 8 explicite les liens entre les différentes dimensions de la LP et permet son utilisation en tant que concept holistique (Britton et al., 2022). Cette figure permet d'expliquer les liens entre la dimension physique (exprimée par les HM) et la dimension affective (la confiance et la motivation à l'AP), et les dimensions cognitive et comportementale (Edwards et al., 2017;

Taplin, 2019). Ce cycle vertueux met donc en évidence le lien entre les différentes dimensions de la LP dans un but de participation à l'AP à long terme (Tremblay & Lloyd, 2010). L'engagement dans une pratique physique à plus long terme est retrouvé chez les personnes qui possèdent les niveaux d'AP et d'HM les plus élevés. Dans la dimension physique, les personnes possédant de bonnes HM ont plus tendance à pratiquer de l'AP à des niveaux plus élevés (Cohen et al., 2014). A l'inverse, un niveau faible d'HM est davantage associé à l'IP et au CS (Cliff et al., 2012). Une personne ayant une dimension affective de la LP élevée aura un engagement supérieur dans l'AP en se saisissant de plus d'opportunités relatives à l'AP. A l'inverse, une personne ayant une confiance en soi et une motivation faibles sera moins apte à pratiquer une AP (Gandrieau et al., 2023; Whitehead, 2010). Dans le domaine cognitif, une bonne connaissance et compréhension des activités physiques (des règles, des traditions et des valeurs du sport, et des effets bénéfiques d'un mode de vie actif sur la santé) permettent de créer un environnement davantage propice à un mode de vie actif (Whitehead, 2010). Selon la définition de l'IPLA (IPLA, 2017), un haut niveau de LP est favorable à la pérennisation d'un mode de vie actif, gage d'une bonne santé durable. Cependant, dans cette définition, la santé n'est pas clairement mentionnée. En 2019, Cairney et al, (Cairney, Dudley, et al., 2019) ont donc enrichi le modèle en y ajoutant les liens entre LP, AP et santé (figure 9).

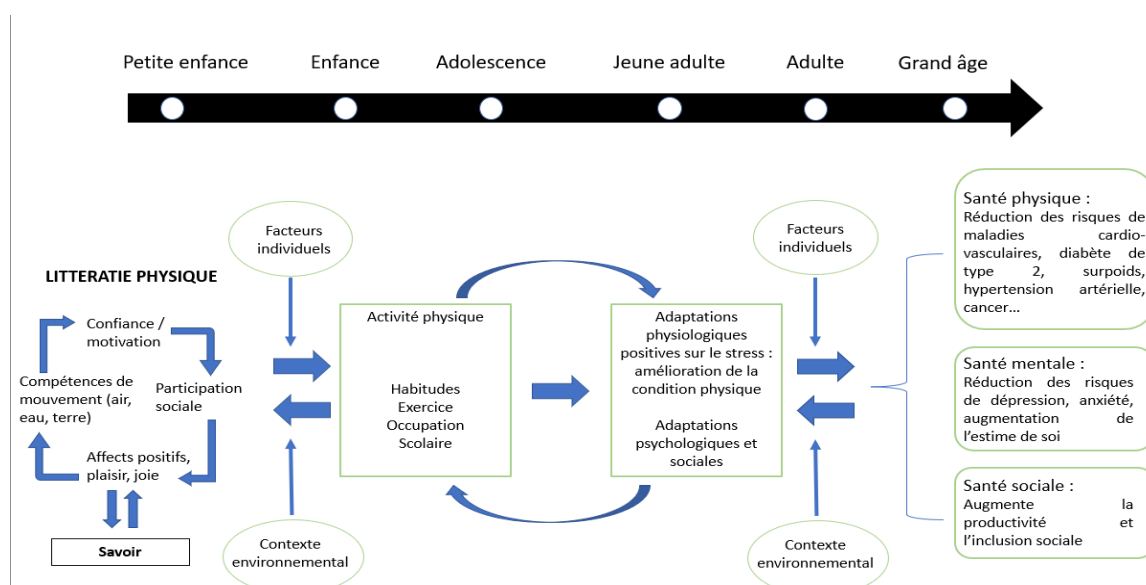


Figure 9 : Adaptation de la figure « Conceptual model linking physical literacy, physical activity and health » (Cairney, Dudley, et al., 2019)

Comme défini par Whitehead, « la littérature physique est considérée comme un parcours unique que les individus vivent tout au long de leur vie » (Whitehead, 2010). La LP est ainsi conçue comme un continuum et chaque individu possède sa propre progression tout au long de la vie. Même si la LP se développe principalement dans les premières années de la vie son développement est toujours possible quel que soit l'âge (Edwards et al., 2018). Sur la base de la définition de l'IPLA (IPLA, 2017), Cairney et al., définissent la LP avec les dimensions principales qui sont : Les compétences de mouvement, la confiance et la motivation et la participation sociale avec deux composantes associées : l'affect (plaisir) et le savoir (Cairney, Dudley, et al., 2019).

Dans leur modèle, Cairney et al., (Cairney, Dudley, et al., 2019) ajoutent la notion d'interdépendance entre la LP et l'AP. En effet, le développement de la LP peut se construire par le biais de la pratique d'AP avec des modalités « structurées » (sport, EPS) ou bien « non structurées » (jeu libre, activités récréatives) (Cairney, Dudley, et al., 2019). C'est avec cette interdépendance entre la LP et l'AP que le concept de santé a été introduit dans le modèle théorique. De bons niveaux de LP permettent une pratique d'AP importante et régulière qui entraîne des bénéfices pour la santé physique, mentale et sociale (Cairney, Dudley, et al., 2019). Les interdépendances entre le cycle de la LP et la pratique d'AP ainsi qu'entre la pratique d'AP et les bénéfices en termes de santé sont modulées par les déterminants individuels et environnementaux (Cairney, Dudley, et al., 2019). Ainsi l'âge et le sexe peuvent influencer la pratique d'AP chez les adolescents et donc moduler le niveau de progression de la LP et la participation en AP (R. Hulteen et al., 2017). Les déterminants de l'environnement comme l'accessibilité aux infrastructures influencent les opportunités de pratique d'AP et auront donc un impact direct sur le développement de la LP et les bénéfices en termes de santé (Bauman et al., 2012).

L'intégration des déterminants individuels et environnementaux dans le modèle théorique de Cairney et al., (Cairney, Dudley, et al., 2019) permet de mettre en évidence la complémentarité du concept de LP et du modèle socio-écologique. Les différents déterminants inclus dans le milieu socio-écologique influencent le niveau de LP d'un individu (Paponetti et al., 2023).

## 1.4.5 Evaluation du niveau de littératie physique

La méthodologie et les outils d'évaluation de la LP ne font pas l'objet d'un consensus scientifique (A. Chen, 2020; Lundvall, 2015; Young et al., 2020). Cependant, l'évaluation précise et holistique de la LP et de ses dimensions fait partie des grandes thématiques de recherche (Carl, Bryant, et al., 2023; A. Chen, 2020). L'évaluation de la LP est essentielle pour mesurer et évaluer l'impact d'une intervention axée sur le développement de la LP mais aussi pour permettre d'intégrer la LP en tant que concept clé du développement des comportements favorables à la santé par les politiques saluaires publiques.

Pour répondre à l'ensemble de ces objectifs, des outils d'évaluation ont été créés et testés (Jean de Dieu & Zhou, 2021; Shearer et al., 2021). Ils se classent en deux catégories :

-Les outils évaluant l'ensemble des dimensions de la LP : Le Physical Literacy Assessment for Youth (PLAY) (Stearns et al., 2018), le Passport For Life (PFL) (Lodewyk, 2019) et le CAPL (Longmuir et al., 2018).

-Les outils évaluant certaines dimensions de la LP : FMS : 60 minutes Kids Club (60 MKC) Physical literacy assessment et le Physical Literacy Observatory Tool (PLOT) (Early Years Physical Literacy Research Team, 2017) qui évaluent les compétences physiques et habiletés motrices. Le Perceived Physical Literacy Instrument (PPLI) (Sum et al., 2016) et le IPLA Physical Literacy Matrix (Whitehead, 2019) qui évaluent les dimensions affectives et cognitives de manière autodéclarée.

Les trois principaux outils utilisés pour l'évaluation de la LP seront détaillés, à savoir : Le PFL, le CAPL, et l'outil PLAY.

### 1.4.5.1 Passport For Life (PFL) (Lodewyk, 2019)

Le PFL est un outil d'évaluation de la LP développé par les enseignants EPS canadiens. Le PFL évalue quatre composantes de la LP :

- la participation active (niveaux d'AP, type d'AP, lieux d'AP)
- les habiletés de vie (prise de décision sur les choix sains)
- la condition physique (« conditionnement physique »)

-les HM.

L'évaluation des domaines de la participation active et des comportements de santé se réalise par auto-questionnaires. Les deux autres domaines sont évalués par l'enseignant EPS. Le PFL est disponible dans différentes versions selon les niveaux scolaires (de 3 à 12 ans) et n'est pas destiné à la recherche (Kozera, 2017).

#### 1.4.5.2 Physical Literacy Assessment of Youth (PLAY) (Stearns et al., 2018)

L'outil PLAY a été développé par la Canadian Sport for Life (CS4L) pour évaluer la LP des enfants et des jeunes. L'objectif principal de l'outil PLAY est d'évaluer le niveau de LP de l'enfant à un instant donné ainsi que son évolution (Cairney et al., 2018).

L'outil PLAY évalue trois dimensions de la LP :

-les connaissances

-les compétences motrices

-la participation à l'environnement (Jean de Dieu & Zhou, 2021).

Ces composantes évaluées reprennent la définition de la LP de l'IPLA (IPLA, 2017). L'outil PLAY permet d'évaluer la LP des enfants âgés de plus de sept ans. La particularité de cet outil réside dans le fait qu'il associe une auto-évaluation de l'enfant et une évaluation par les parents, les professionnels de l'AP ou de l'EPS.

L'outil PLAY comprend plusieurs déclinaisons selon l'évaluateur :

-Le PLAY fun est destiné aux professionnels de l'AP afin d'évaluer les compétences motrices (courir, lancer, s'équilibrer). Le PLAYbasic est une version simplifiée du PLAYfun

-Le PLAYself est destiné aux enfants afin d'évaluer leur participation sociale et leur Littératie Physique Perçue (LPP)

-PLAYparent est destiné aux parents afin d'évaluer la LP de leur enfant

-PLAYcoach est destiné aux « coachs » d'évaluer la LP de l'enfant

-PLAYinventory est un formulaire utilisé pour le suivi des activités de l'enfant tout au long d'une période.

Pour l'évaluation de la compétence physique, PLAYfun évalue 18 habiletés physiques spécifiques à l'enfant lors de l'AP. Ces 18 habiletés sont réparties en 5 thématiques : Course,



locomotion, contrôle des objets – haut du corps, contrôle des objets bas du corps et équilibre-stabilité et maîtrise du corps. Pour chacune de ces habiletés, l’enfant est noté sur une échelle de 100mm découpée en 4 niveaux (figure 10) : En développement initial, en développement émergent, compétence acquise et compétence maîtrisée.

En complément, associé à la réalisation de chaque habileté, l’évaluateur note si la confiance de l’enfant à la réalisation de la tâche est : faible, moyenne, élevée et si sa compréhension à la réalisation de la tâche est : « encouragement, imitation, description, démonstration ».

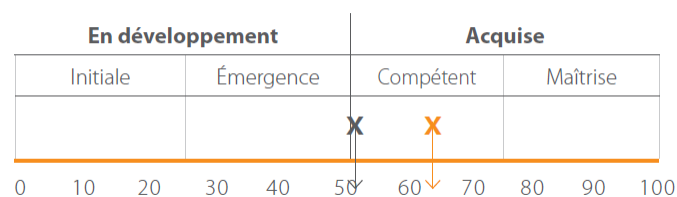


Figure 10 : Echelle 100mm d'évaluation des habiletés motrices de l'outil PLAY

Les domaines affectif et cognitif sont évalués grâce au questionnaire auto-administré PLAYself. Ce questionnaire de 21 questions évalue quatre domaines : la participation à des AP dans différents environnements, l’auto-évaluation de la LP, l’auto-évaluation de sa Condition Physique et de l’importance des matières scolaires.

La composante comportementale de la LP est évaluée grâce au PLAYinventory qui répertorie les loisirs et les AP auxquels l’enfant prend part. Cet outil est à remplir par l’enfant ou ses parents.

L’outil PLAY n’évalue pas objectivement les NAPQ ni la CP (Liu & Chen, 2021) et évalue partiellement les composantes cognitives et affectives (Jean de Dieu & Zhou, 2021). Il se centre principalement sur l’évaluation des compétences physiques (Edwards et al., 2017).

#### 1.4.5.3 Le Canadian Assessment for Physical Literacy (CAPL)

Le CAPL a été créé en 2013 (CAPL-1) par le « Healthy Active Living and Obesity research group » (HALO) (Healthy Active Living and Obesity Research Group, 2013) puis réactualisé en 2017 (CAPL-2). En 2015, Longmuir et al, (Longmuir et al., 2015) considère le CAPL comme « le

premier outil d'évaluation permettant d'évaluer de manière robuste un large éventail de compétences et d'habiletés contribuant à l'évaluation de la LP de l'enfant ». Dans la littérature scientifique, c'est l'outil le plus utilisé pour évaluer la LP (Mendoza-Muñoz et al., 2022).

Cet outil d'évaluation est conçu pour les enfants âgés de 8 à 12 ans. La LP est évaluée en quatre domaines : La dimension physique, la connaissance et la compréhension, la motivation et la confiance et le comportement quotidien. Les quatre domaines de la LP présents dans le CAPL-2 sont ceux retrouvés dans la définition actualisée de la LP (IPLA, 2017). Le niveau de LP de l'adolescent est noté sur un score total de 100 points. La compétence physique représente 30 points, de même pour le comportement quotidien et la motivation et la confiance. Les 10 derniers points sont pour la dimension « connaissance et compréhension » (figure 11).

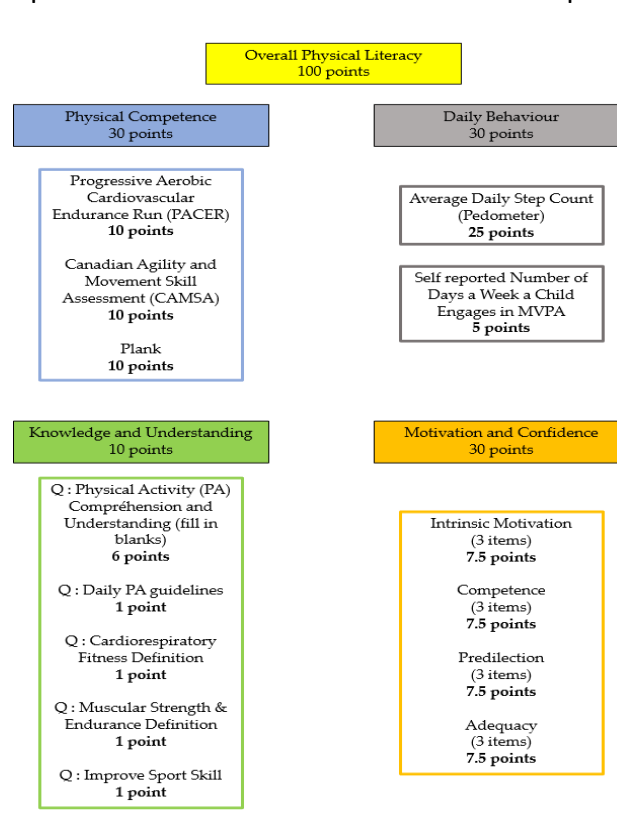


Figure 11 : Détail des composantes et leur système de notation de l'outil CAPL-2 adapté de la figure « Comprehensive Scoring System »

L'évaluation de la dimension physique se réalise avec trois tests : Le test course navette PACER permettant d'évaluer l'aptitude aérobie, le Canadian Agility and Movement Skill Assessment (CAMSA), parcours moteur chronométré et jugé permettant d'évaluer les HM et un test de

planche abdominale (gainage) permettant d'évaluation sa force musculaire isométrique sur la partie abdominale.

Le nombre de pas (comportement d'AP quotidien) est évalué à l'aide d'un podomètre. L'enfant reporte dans le questionnaire son NAP perçu (APMV). L'addition de ces deux paramètres permet de scorer le comportement d'AP quotidien.

La motivation et la confiance sont évaluées grâce à un questionnaire auto-administré sous la forme de questions (échelle de Likert). Les thématiques des questions portent sur une auto-évaluation sur son aptitude et sa prédilection à pratiquer de l'AP ainsi que sa motivation et sa compétence à l'AP.

Le CAPL-2 dispose de normes pour chaque score de chaque composante de la LP (Longmuir et al., 2018). Ces normes permettent de comparer les niveaux de LP de l'enfant avec une population du même âge. Le score total obtenu permet donc de classer l'enfant ou l'adolescent parmi quatre niveaux de LP : Débute, progresse, atteint et excelle :

-**Le niveau « débute »** signifie que l'individu débute son cheminement de la LP et que son niveau de LP est limité en comparaison aux individus de même sexe et de même âge

-**Le niveau « progresse »** signifie que l'individu progresse dans l'acquisition des composantes de la LP et qu'il performe de manière similaire aux individus du même âge et du même sexe

-**Les niveaux « atteint » et « excelle »** signifient que les individus atteignent le niveau de LP minimum recommandé ou dépassent ce niveau minimum.

#### 1.4.5.4 Les limites de l'évaluation de la LP

Une limite réside dans l'utilisation des outils par la population. Premièrement, le fait que les outils ne soient adaptés uniquement pour les enfants et jeunes adolescents scolarisés. Pourtant, dans la définition de la LP, le paramètre « développement tout au long de la vie » est d'une importance capitale (Gandrieau et al., 2023; Jean de Dieu & Zhou, 2021). Deuxièmement, la non-traduction des outils dans différentes langues rend difficile l'évaluation de la LP et donc son développement. Les pays possédant des outils traduits dans

leur langue sont aussi les pays où la LP est la plus intégrée dans les politiques nationales (Carl, Bryant, et al., 2023).

Les versions du CAPL comme les outils PLAY, évaluent principalement la dimension physique (Longmuir et al., 2015). En effet, les différentes dimensions de la LP sont inégalement représentées dans le score global du CAPL-2 : Dimension physique (60 points), dimension affective (30 points) et dimension cognitive (10 points). Le CAPL-2 présente également une limite spécifique à son utilisation dans ce travail doctoral. L'évaluation de la condition physique (test PACER) et des NAP est incluse dans l'évaluation du score du CAPL-2 et est également évaluée en tant que variables dépendantes (via la CCR et les APMV).

En 2016, Corbin et al, ont souligné que l'interprétation du score total du CAPL doit être rigoureuse car, deux individus peuvent posséder un score global identique de LP mais avec des scores différents dans chaque composante (Corbin, 2016). **Il est donc important de connaître le score de chaque composante afin d'adapter la PEC.** L'évaluation de la dimension physique et du comportement d'AP quotidien (par CAPL-2) pourrait également être améliorée en utilisant des outils de mesure objectifs des NAPQ (l'accéléromètre) (Gandrieau et al., 2023; Shearer et al., 2021).

Comme précisé ultérieurement, le fait d'évaluer la LP par des dimensions distinctes fait que l'on s'éloigne perspective philosophique et holistique développée par Margaret Whitehead (Gandrieau et al., 2023; Giblin et al., 2014). En effet, selon ces auteurs, les évaluations se concentrent sur les compétences physiques et motrices ne prennent pas suffisamment en compte les caractéristiques de développement individuel de la LP (A. Chen, 2020). Pour ce faire, ces auteurs proposent d'accorder une importance égale à chaque dimension (physique, cognitive, affective et comportementale). (Gandrieau et al., 2023).

Cependant, malgré ses différentes limites, le CAPL-2 reste l'outil le plus adapté pour évaluer la LP dans ce travail doctoral. C'est également l'outil le plus utilisé dans la littérature scientifique sur la LP (Mendoza-Muñoz et al., 2022). Il permet notamment une évaluation quantitative adaptée à des fins interventionnelles ainsi qu'une déclinaison en langue française. En effet, les scores liés aux différentes composantes permettent de dégager des axes de développement (progrès individuel) à privilégier et permettent de suivre l'évolution de chaque paramètre au cours du temps. (Britton et al., 2022). Le CAPL est également le seul outil évaluant les HM de manière objective.

## 1.5 Intérêt de la Littératie Physique pour la santé de l'adolescent

### 1.5.1 Le développement de la Littératie Physique de l'enfance à l'adolescence

La LP peut servir de support ou de voie de développement dans le parcours d'un individu et notamment dans le parcours en AP. Le niveau de LP peut également être développé et maintenu durant l'avancée en âge. Jurbala en 2015, propose un modèle sous forme de spirale du développement de la LP (figure 12) (Jurbala, 2015).

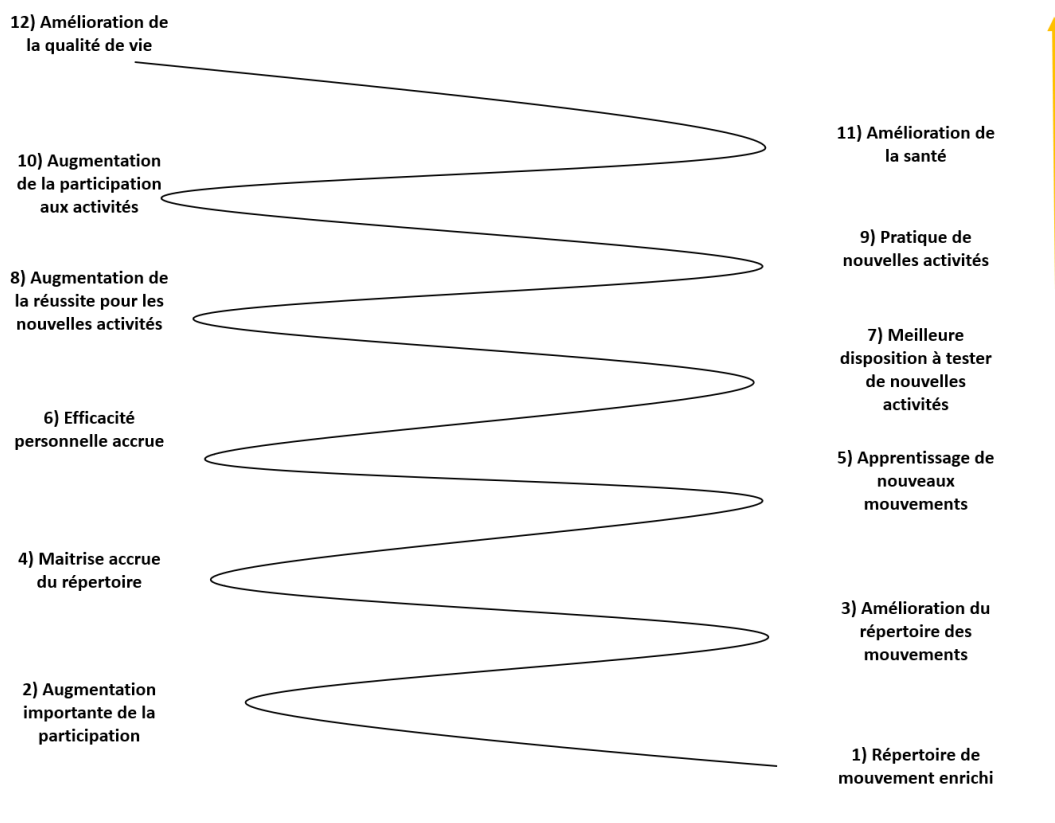


Figure 12 : Adaptation française du « cycle de développement de la littératie physique » (Jurbala, 2015).

Cette spirale détaille les étapes permettant le développement de la LP qui permettent d'améliorer la santé et la qualité de vie des enfants (Jurbala, 2015). Le développement de chaque dimension de la LP est nécessaire quand on souhaite augmenter le niveau total de LP (Britton et al., 2022; Jurbala, 2015).

Higgs et al, ont défini des périodes cibles pour favoriser le développement de la LP : La petite enfance, l'enfance, l'adolescence, l'âge adulte et « l'âge d'or » (Higgs et al., 2019). En fonction de ces périodes, les objectifs du développement de la LP peuvent varier, créant un parcours (curriculum) singulier pour chaque individu. L'enfance et l'adolescence sont deux périodes charnières pour développer sa LP (Britton et al., 2022; Higgs et al., 2019).

### 1.5.1.1 Développement de la LP durant l'enfance

Selon Higgs et al, l'enfance, définie par la tranche d'âge 6 -12 ans est une période où le jeu et le sport permettent de favoriser le développement de la LP (Higgs et al., 2019). Les jeux (structurés ou non) revêtent une importance capitale dans le développement des HM (dimension physique de la LP) (Stodden et al., 2014).

Le développement de ces HM pourra ainsi être transféré vers une activité physique et sportive qui sera pratiquée ultérieurement par l'enfant (R. M. Hulteen et al., 2018).

Les principales recommandations pour développer la compétence physique de la LP dans le stade de l'enfance sont résumées dans le tableau 3 (Higgs et al., 2019).

Tableau 3 : *Recommandations pour développer la compétence physique de la LP chez les enfants*

<b>Les objectifs clés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Développer les HM fondamentales</li> <li>-Respecter les recommandations en matière d'AP</li> <li>-Jouer à différents jeux structurés et non structurés comportant quelques règles</li> <li>-Développer les HM dans différents environnements (sol, eau, glace, neige, air...)</li> <li>-Développer les HM et les utiliser dans des matchs simulés</li> </ul>
HM à développer	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contrôle du corps en mouvement</li> <li>-Habilités locomotrices</li> <li>-Habilités de manipulation</li> <li>-Agilité</li> <li>-Equilibre</li> <li>-Coordination</li> <li>-Vitesse</li> <li>-Prise de bonnes habitudes</li> </ul>
Où ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>-A l'école</li> <li>-Dans des programmes communautaires</li> <li>-Dans des programmes d'activités périscolaires</li> </ul>

Par qui ?	-Parents et éducateurs -Professionnels de l'activité physique -Professeurs -Animateurs -Entraîneurs
-----------	---

Le développement de la dimension physique s'effectue par les jeux mais ceux-ci permettent également de développer les composantes affectives et cognitives. L'objectif connexe au développement des HM est de développer une attitude positive par rapport à l'AP (Higgs et al., 2019). En effet, le développement associé des HM, par une variété de jeux et des expériences positives vécues en AP seront susceptibles de renforcer l'attitude positive et le plaisir envers l'AP (D. M. Y. Brown et al., 2020; Robinson et al., 2015; Wrotniak et al., 2006).

#### 1.5.1.2 Développement de la LP durant l'adolescence

Le développement de la LP se poursuit à l'adolescence. Les objectifs de développement sont différents et spécifiques :

- Développer les HM fondamentales au moyen d'AP pratiquées dans différents environnements
- Développer la force, l'endurance et la souplesse grâce à des jeux et des activités amusantes
- Développer la vitesse, l'agilité et l'équilibre grâce à des exercices d'échauffement et de récupération
- Trouver des activités auxquelles ils aiment participer (Higgs et al., 2019).

Le développement des HM s'oriente dans des pratiques d'AP structurées (voire de compétition). Les HM fondamentales ou habiletés sportives fondamentales sont spécifiques à une AP (ex : le plongeon en natation). Cependant, le développement de la LP étant individuel, chaque adolescent possède son propre niveau de compétences dans les différentes composantes de la LP (Cairney, Dudley, et al., 2019). Il est donc indispensable d'avoir des recommandations pour développer les HM des adolescents, qu'ils s'orientent vers une pratique sportive spécifique ou compétitive et/ou des AP non structurées permettant de rester physiquement actif (annexe 4).



Le développement des dimensions cognitives et affectives prend une place importante chez les adolescents. Les objectifs pour atteindre un plus haut niveau de LP intègrent l'environnement social de l'adolescent. La création et le maintien des relations sociales de l'adolescent (les pairs, les parents, les entraîneurs, les instructeurs et éducateurs) sont également des objectifs de développement de la LP à l'adolescence (Higgs et al., 2019).

La dimension cognitive (savoir et compréhension) de l'AP se développe principalement durant l'adolescence. Ainsi, le savoir et la compréhension s'intègrent dans la spécialisation dans une AP mais également dans le développement des HM fondamentales (Ennis, 2015; D. Kirk, 2013).

## 1.5.2 Les relations entre le niveau de Littératie Physique et la santé chez les adolescents

Cairney et al, ont placé la LP comme un déterminant de santé (Cairney, Dudley, et al., 2019). Cela a permis de nombreuses études scientifiques s'intéressant aux relations entre la LP et les indicateurs de la santé physique, mentale ou sociale. (Caldwell et al., 2022; Mendoza-Muñoz et al., 2021).

### 1.5.2.1 Association entre les niveaux de LP et les indicateurs de santé physique

Les relations entre la LP et la santé des adolescents sont directement et indirectement liées aux NAP. Ainsi, ces auteurs (Caldwell et al., 2020; Lang et al., 2018; Yan et al., 2022) ont montré qu'il existait des relations positives entre la LP et les APMV et entre la LP et les LPA mais également des relations entre la LP et différents indicateurs de santé physique comme la CP, la CCR, la composition corporelle ou encore la tension artérielle chez les adolescents. Ainsi pour Caldwell et al, pour toute augmentation d'un point sur le score de LP, le temps de pratique d'AP augmente de 3,19 min/jour (Caldwell et al., 2020). Bélanger et al, ont montré que les jeunes physiquement actifs (respectant les recommandations d'AP soit 60 min d'AP/jour) affichent des scores supérieurs de compétences physiques (21,3 vs 19,4) et de

motivation et confiance (13,3 vs 12,4) par rapport aux jeunes inactifs physiquement (Belanger et al., 2018).

Concernant le CS les résultats sont plus contrastés. L'étude de Belanger et al, rapporte que les adolescents respectant les lignes directrices de CS (temps d'écran  $\leq$  2h/J) ont des niveaux de LP plus élevés que ceux qui ne les respectent pas (Belanger et al., 2018). Contrairement au comportement d'AP, le CS est difficilement prédictible d'un niveau de LP (Clark et al., 2022). Concernant l'association des comportements d'AP et de CS, une seule étude a montré que des adolescents atteignant les niveaux recommandés de LP (composante physique et affective) avaient davantage de chance de respecter les recommandations d'AP et de CS (Belanger et al., 2018).

Des associations positives ont été retrouvées chez des enfants entre la CCR (évaluée avec un test navette) et les différentes composantes de la LP (Lang et al., 2018). Cette relation a également été retrouvée en 2020 par Caldwell et al, avec une évaluation directe de la CRR ( $r^2 = 0,235$  ;  $p \leq 0,001$ ) (Caldwell et al., 2020). Il est important de noter que l'association entre les niveaux de LP et les niveaux de CCR est médiée par les NAP APMV. Ainsi, les APMV expliquent en partie la relation entre la LP et la CCR.

La LP est associée à d'autres indicateurs physiologiques comme : la fréquence cardiaque en récupération, une relation inverse avec la pression artérielle systolique (Caldwell et al., 2020). La LP est également négativement associée chez les adolescents à des indicateurs de la composition corporelle des données anthropométriques comme : le %MG, l'IMC et le z-score d'IMC (Caldwell et al., 2020; Liu et al., 2023; Mendoza-Muñoz et al., 2021). Comme pour la relation entre la LP et la CCR, la relation entre la LP et la MG serait médiée par la variable APMV (Caldwell et al., 2020). Concernant le %MMS, aucune étude n'a encore montré cette association.

Cependant, le niveau de LP ne peut expliquer à lui seul les modifications physiologiques favorables à la bonne santé chez l'adolescent.

### 1.5.2.2 Associations entre les niveaux de LP et les indicateurs de santé mentale

Cairney et al, ont montré une association entre la compétence physique perçue (dimension physique de la LP) et le plaisir perçu durant les cours d'EPS chez les enfants (Cairney et al., 2012). R.Kozera, a trouvé des associations positives chez l'enfant entre la dimension motrice, la motivation à l'AP et la perception de soi envers l'AP ( $r = 0,23 ; p < 0,03$ ) ( $r = 0,50 ; p \leq 0,001$ ) (Kozera, 2017). En 2019, Jefferies et al, ont montré des relations positives entre la résilience (mobilisation des ressources nécessaires pour faire face à l'adversité dans diverses situations et divers environnements) des enfants et les scores globaux de LP autodéclarés ( $r = 0,30, p \leq 0,001$ ). La résilience des enfants est également associée à leur LP évaluée par leurs éducateurs ( $r = 0,21, p < 0,004$ ) (Jefferies et al., 2019). En 2022, S. Melby et al, ont trouvé des associations positives entre les scores de LP et le bien-être physique et psychosocial chez 600 enfants danois (Melby et al., 2022). La LP était directement associée au bien-être psychosocial ( $R^2 = 0,18$ ). L'association entre la LP et le bien-être physique était médiée par les NAPQ.

### 1.5.2.3 Associations entre les niveaux de LP et la participation sociale (santé sociale)

Dudley et al, (Dudley et al., 2017) définissent les facteurs sociaux influençant le mouvement comme un impératif implicite de la LP. Ces facteurs sociaux relatifs au mouvement sont définis par la participation sociale à l'AP. Les études interventionnelles de Mandigo et al, visant à développer la LP ont également permis d'augmenter la participation active (dimension participation active du PFL) chez des enfants (Mandigo et al., 2019).

**Ces auteurs** (Caldwell et al., 2020; Lang et al., 2018; Mandigo et al., 2019; Melby et al., 2022; Mendoza-Muñoz et al., 2021) **ont montré qu'un niveau élevé de LP est associé favorablement à des indicateurs de santé physique (CCR, tension artérielle...), psychologique (bien-être) et sociale (participation sociale). Cependant, ces études observationnelles ne permettent pas de savoir si l'amélioration des niveaux de LP permet de modifier les indicateurs de santé chez les adolescents. Pour ce faire, la mise en place d'études interventionnelles basées sur le développement de la LP est nécessaire.**

### 1.5.3 Les programmes d’intervention développant la Littératie Physique à des fins de santé chez les adolescents

#### 1.5.3.1 Les interventions en AP basées sur le développement de la LP chez les adolescents

Dans la littérature scientifique, les interventions visant à développer la LP à des fins de santé sont rares mais émergentes (Carl, Barratt, Töpfer, et al., 2022; Cornish et al., 2020; Kozera, 2017; Liu & Chen, 2021). Le tableau 4 résume les différents programmes et interventions ayant pour objectif l’amélioration de la santé chez les adolescents âgés entre 10 et 18 ans. L’ensemble de ces interventions s’est effectué dans un cadre de promotion de la santé ou de prévention primaire (population pédiatrique générale).

Tableau 4 : *Résumé des interventions ou programmes d’intervention développant la LP chez les adolescents. Tableau conçu à partir de l’adaptation des tableaux « A tabular overview of the basic delivery characteristics of the included intervention studies » (Carl, Barratt, Töpfer, et al., 2022) « Detailed summary of original research articles » (Cornish et al., 2020) et « Table 4. Summary of PL intervention » (Liu & Chen, 2021). Des connaissances apportées par Kozera, (Kozera, 2017) ont été rajoutées.*

	<b>Nom et auteurs du programme</b>	<b>Pays</b>	<b>Caractéristiques de l’intervention</b>	<b>Résultats/ conclusion (si existants)</b>
1	The potential of young People in sport program (DPYPS) (Collins et al., 2010)	Ecosse	Promouvoir l’AP tout au long de la vie et développer le talent des adolescents. Une intervention de 2 ans Applications sur les compétences physiques et mentales.	Amélioration significative des NAPQ, de l’autodétermination, de la compétence perçue.
2	Nintendo Wii Games (active video games AVGs) George et al., 2016	Canada	Impact des jeux vidéo Wii (jeux vidéo actifs) sur la LP. Six semaines de jeux vidéo actifs avec une participation d’au moins 20 min/ 2 fois par semaine.	Impact positif de l’intervention sur des HM comme la visée et la réception ainsi que sur la mesure de la motivation intrinsèque à l’activité physique (uniquement pour les filles).
3	Circus Arts Instruction Kiez., 2015 ; Kriellaars et al., 2019	Canada	Etudier comment l’éducation artistique des arts du cirque améliore la LP. LP mesurée avec les outils PLAY. Comparaison d’un groupe avec l’éducation artistique des arts du cirque (170 min/semaine) vs un groupe avec	Amélioration de la compétence motrice (+ 7,9%) dans le groupe intervention par rapport au groupe contrôle. Amélioration des

			l'enseignement EPS classique (225 min/semaine).	dimensions cognitives et de la confiance en soi dans le groupe intervention ( $p \leq 0,05$ ). Sensation de plaisir envers l'AP supérieure pour les filles du groupe intervention ( $p \leq 0,05$ ).
4	Running, Jumping and Throwing (RJT) program Kozera (2017)	Canada	Examiner l'efficacité du programme Run Jump Thrown (RJT) sur la LP. Un groupe expérimental avec le programme RJT + EPS vs un groupe contrôle avec de l'EPS classique. Huit semaines, 3 cours par semaine de 30 à 50 min.	Amélioration de la compétence motrice et du savoir ( $p \leq 0,01$ ). On retrouve une amélioration supplémentaire (3,5%, $p \leq 0,05$ ) du groupe expérimental par rapport au groupe contrôle.
5	Y Kid Academy Program (Lee et al., 2018)	Canada	Promouvoir l'AP, la connaissance et le mode de vie sain. Conception de classe communautaire (durant 4 semaines, 8*1,5h) et de sessions de camp d'été (30h sur 4 jours). Evaluation avec l'outil CAPL.	Le score total du CAPL n'a pas évolué en pré et post intervention. Amélioration du score de savoir en post intervention (+2,3 pts).
6	Y-PATH McGrane et al., 2018	Irlande	Examiner l'efficacité du programme Y-PATH sur la LP. 4 mois d'intervention pour l'expérimentation des différentes composantes du programme Y-PATH L'objectif était de favoriser les comportements d'AP sur une année scolaire.	Effet de l'intervention sur le score « fundamental movement skill » ( $p \leq 0,001$ ), sur la locomotion ( $p \leq 0,001$ ) et sur le contrôle des objets ( $p \leq 0,001$ ).
7	Y-PATH O'Brien et al., 2013	Irlande	Développer les HM fondamentales, le savoir, l'AP et la santé psycho-sociale avec l'intervention Y-PATH. Une étude quasi-expérimentale non randomisée. Une intervention de 8 mois.	Effet significatif de l'intervention sur l'AP et les HM fondamentales.
8	Passport for life UNESCO (2015)	Canada	Mise en place du programme Passport for Life sur des enfants et adolescents. Programme mis en place par les enseignants pour promouvoir la sensibilisation, la compréhension, les compétences et la CP des élèves.	Amélioration significative de la CP, de la participation à l'AP, de l'intérêt pour les AP. Amélioration non significative de la capacité de mouvement, de la confiance, de l'autonomie et du plaisir.
9	Programme RJT Coyne et al., 2019	Canada	Mise en place du programme RJT sur des élèves ( $\pm 10,5$ ans)	Augmentation des scores de LP ( $3,3 \pm 8,8$ , $p \leq 0,001$ ) Aucune différence sur le temps consacré à l'AP.

			Intérêt de ce programme sur l'amélioration de la LP (mesurée avec le CAPL).	
10	The project changed my life Farias et al., 2020	Portugal	Mise en place d'une intervention en AP d'une durée d'un an pour développer la LP. Un travail spécifique sur la motivation, les attitudes et la participation à l'EPS. La LP a été évaluée par récit et partage d'expérience.	Amélioration de la LP (attitudes empathiques, résilience et participation à l'EPS).
11	Health.edu project. Strobl et al., 2020	Allemagne	Développer, mettre en œuvre et évaluer le projet Helth.edu (intervention scolaire participative) sur la connaissance et la compréhension des élèves en matière de santé.	Des résultats significatifs de l'intervention sur les connaissances et compréhension des élèves (différence +55). Beaucoup de différences sont retrouvées entre les écoles participatives.
12	Physical Education and Physical Literacy (PEPL). Telford et al., 2020	Australie	Evaluer la mise en œuvre, l'acceptabilité et l'impact de la prestation d'EPS par les enseignants dans le cadre d'une approche de l'éducation physique et LP. Un groupe de 7 écoles avec l'approche PEPL et 7 autres écoles témoins.	Augmentation du temps d'instruction en cours d'EPS (4,8min par cours, $p=0,05$ ) et augmentation des APMV (+5,7 min, $p\leq 0,05$ ).
13	Physical Literacy for University Students (PLUS). Kwan et al., 2020	Canada	Développer et évaluer l'efficacité d'une intervention pilote basée sur la LP permettant de développer l'AP et la CP. Le programme d'intervention PLUS se réalise sur 12 semaines avec 60 min par semaine d'intervention pour introduire les nouvelles HM ainsi que le développement de la compétence, la motivation et de la confiance par le jeu et les activités ludiques.	On retrouve une légère augmentation du temps de pratique d'AP dans le groupe intervention (+12 min) par rapport au groupe contrôle (-28 min). Les scores de LP ont augmenté dans la condition intervention ( $p=0,05$ ) et ont diminué parmi les participants témoins.

Deux études (Carl, Barratt, Töpfer, et al., 2022; Kwan et al., 2019) soulèvent le fait que la diversité des interventions effectuées dans le cadre du développement de la LP entraîne des difficultés de retranscription de l'intervention dans les publications scientifiques. Pour ces auteurs, il existe une approche variée des principes du concept de LP ainsi qu'une forte prédominance du développement de la LP par la dimension physique. Les dimensions affectives et cognitives sont moins décrites dans les interventions et les modalités de celle-ci (protocoles) sont peu explicites (Carl, Barratt, Töpfer, et al., 2022).

### 1.5.3.2 L’outil « Physical Literacy Interventions Reporting Template » (PLIRT) »

Pour répondre à ce manque d’information dans les protocoles, Carl et al ont développé un outil permettant d’harmoniser la transcription des interventions basées sur la LP (Carl, Barratt, et al., 2023) : La « reporting template » « Physical Literacy Interventions Reporting Template » (PLIRT). Celle-ci permet d’aider les chercheurs et cliniciens à planifier, rapporter dans des études scientifiques et interpréter les résultats des recherche interventionnelles menées dans le cadre du développement la LP (Carl, Barratt, et al., 2023) (tableau 5).

Tableau 5 : Présentation de « reporting template » (PLIRT). Tableau adapté de « development, explanation, and presentation of the Physical Literacy Interventions Reporting Template (PLIRT) » (Carl, Barratt, et al., 2023)

Numéro items	Description
<b>Titre</b>	
1	Le nom « Littératie Physique » et son rôle doivent apparaître dans le titre
<b>Contexte et définition</b>	
2	Décrire l’utilité de la LP pour la population concernée par l’intervention
3	Décrire la conceptualisation choisie de la LP ainsi que la définition de la LP choisie
4	Formuler les objectifs liés à la LP de l’étude
<b>Evaluation</b>	
5a	<u>Evaluation quantitative</u> : Choisir une évaluation multidimensionnelle de la LP. Définir les différents paramètres psychométriques.
5b	<u>Evaluation qualitative</u> : Utiliser une méthode qualitative proche des théories de la LP (intégration de l’ensemble des domaines).
<b>Conception et contenu</b>	
6	S’assurer de la compatibilité de l’intervention avec les principes philosophiques de la LP
7	Nommer les professionnels présents lors de l’intervention. Décrire son expérience envers la LP ainsi que les diplômes acquis.
8	Décrire l’ensemble des détails de l’intervention basée sur la LP
9	Expliquer comment l’intervention parvient à intégrer l’ensemble des composantes de la LP et les faire travailler entre elles.
10	Tenir compte des lignes directrices générales pour rapports d’interventions
<b>Evaluation</b>	
11	Expliciter comment l’intervention basée sur la LP a été acceptée par le public et si elle a été modifiée (évaluation de processus : fidélité, adhésion...)
12a	<u>Evaluation quantitative</u> : Indiquer comment les différents domaines de la LP ont été affectés par l’intervention. Indiquer l’amélioration des résultats de santé secondaires.
12b	<u>Evaluation qualitative</u> : Décrire les forces, faiblesses et perspectives de l’intervention.
<b>Discussion et conclusion</b>	
13	Discuter les limites de l’intervention basée sur la LP. Discuter des possibles modifications par rapport à l’intervention initialement prévue
14	Faire une synthèse des résultats et des conclusions avec l’intervention basée sur la LP pour en tirer des recommandations pour les études futures

Dans les publications 3 et 4 présentant les résultats de notre intervention menée dans le cadre du projet CAPACITES 64 basé sur le développement de la LP, nous n'avons pas utilisé l'outil PLIRT car la publication associée au PLIRT est antérieure à la rédaction de nos travaux.

#### 1.5.4 La littératie physique dans la prise en charge en APA des adolescents en surpoids et obèses

Toutes les études s'intéressant au développement de la LP dans un contexte de santé ont été réalisées chez des enfants et des adolescents « sains » (Caldwell et al., 2020; Carl, Barratt, Töpfer, et al., 2022). A notre connaissance, aucune étude portant sur la LP n'a été spécialement conçue pour les adolescents en surpoids ou obèses. Les résultats dont nous disposons pour la population obèse proviennent d'études menées en population générale (Delisle Nyström et al., 2018; Liu et al., 2023; Mendoza-Muñoz et al., 2021). Dans ces études, les adolescents en situation de surpoids et d'obésité ont des scores de LP plus faibles que leurs homologues normo-pondérés (46,14 vs 52,0 pts ;  $p \leq 0,001$ ). Ces scores plus faibles de LP sont retrouvés pour l'ensemble des dimensions de la LP. Seuls les niveaux de savoir et de compréhension des adolescents en surpoids ou obèses sont supérieurs à leurs homologues pour l'étude de Liu et al (étude chinoise), (Liu et al., 2023). Des résultats similaires ont été retrouvés dans des études menées en Europe (Espagne). En effet, Mendoza-Munoz et al, ont montré que 71,2% des adolescents en situation de surpoids et d'obésité se situent dans les deux niveaux les plus bas de LP évalués à l'aide du CAPL-2 (débute et progresse) tandis que 63,9% de leurs homologues se situent principalement dans les deux plus hauts niveaux (réussir et excelle) (Mendoza-Muñoz et al., 2021).

Grâce à ses dimensions (physique, cognitive, affective et comportementale), le développement de la LP a toute sa place dans les programmes de PEC des adolescents en situation de surpoids et d'obésité, car les adolescents avec l'IMC et le %MG le plus élevés sont aussi ceux ayant la LP la plus faible (Caldwell et al., 2020; Mendoza-Muñoz et al., 2021). De plus, les objectifs des programmes développés pour ce public sont d'améliorer la santé des



adolescents par la mise en place d'interventions visant à développer le comportement actif et diminuer le CS (Tully et al., 2022). Les interventions doivent donc prendre en compte les limitations (physiques, psycho-motivationnels et sociales) des adolescents en surpoids et obèses à la pratique d'AP. **Dans la PEC des adolescents en situation de surpoids et d'obésité, le développement de la LP semble donc être adapté. En effet, le développement des dimensions (physique, cognitive, affective et comportementale) serait susceptible de répondre favorablement aux limitations à l'AP observées de ce public. Les associations entre LP, APMV, CCR élevée et composition corporelle favorable permettraient d'atteindre les objectifs de santé chez ces adolescents (Lang et al., 2018; Ma et al., 2020; Mendoza-Muñoz et al., 2021).**

Une seule étude se basant sur des retours d'expérience (entretiens semi-directifs avec des professionnels de santé qui accompagnaient les adolescents en surpoids ou obèses) a trouvé pertinent d'utiliser la LP chez les adolescents en situation de surpoids et obésité (Paponetti et al., 2023). **Ces auteurs ont souligné que la LP avec ses dimensions physique, affective, cognitive et comportementale et sa complémentarité avec le modèle socio-écologique pourrait venir enrayer l'IP multifactorielle chez ce public et les aider à entrer dans un cycle positif d'engagement envers l'AP (Paponetti et al., 2023)**

**Une des perspectives est donc de mettre en place des études interventionnelles axées sur le développement de la LP chez des adolescents inactifs et notamment ceux en situation de surpoids et obésité (Liu et al., 2023; Paponetti et al., 2023).**

## **2) Problématique et objectifs de la recherche**

## 2.1 Synthèse :

---

Le cadre théorique a permis de mettre en évidence l'IP comme problématique majeure de chez les adolescents et en particulier chez l'adolescent en situation du surpoids et d'obésité (Guthold et al., 2020; Tully et al., 2022; Van Dyck et al., 2022). Cependant, les intervention basées sur l'AP chez les adolescents en surpoids ou obèses sont complexes à mettre en place et les résultats sont difficiles à maintenir sur le long terme (Foster et al., 2018; Nooijen et al., 2017).

Du fait de ces difficultés, il est indispensable que les interventions prennent en compte les caractéristiques de ce public particulier et s'appuient sur les recommandations d'AP spécifiques pour ce public (Mead et al., 2017; O'Malley & Thivel, 2015). Par son approche multi-dimensions en AP et sa compatibilité avec le modèle socio-écologique, le développement de la LP semble donc indiqué pour la PEC des adolescents en surpoids et obèses (Caldwell et al., 2020; Edwards et al., 2017; Paponetti et al., 2023). Malgré l'essor du concept de LP, aucune étude ne s'est intéressée au développement de la LP pour ce public spécifique. Il apparaît donc nécessaire d'éclairer les relations entre la LP et des indicateurs de santé ainsi que d'expérimenter un programme d'intervention basé sur le développement de la LP chez ce public.

## 2.2 Objectifs et hypothèses

---

Ce travail doctoral a pour objectif de **construire et développer un programme d'intervention basé sur le développement de la LP à destination des adolescents en situation de surpoids et obésité. Ce programme aura pour objectif d'augmenter leurs NAPQ et d'améliorer leurs indicateurs de santé.**

Ce travail doctoral est intégré au projet CAPACITES 64 rassemblant des acteurs politiques, des collectivités locales et territoriales ainsi que des institutions scolaires et hospitalières.

Ce travail de doctorat a pour but de répondre à trois interrogations :

- 1) Les niveaux de LP sont-ils associés aux NAPQ, à la composition corporelle et à la CCR chez des adolescents ?
- 2) Une intervention de 9 mois sur le développement de la LP permet-elle d'augmenter les NAPQ et d'améliorer la santé des adolescents en situation de surpoids et d'obésité ?
- 3) L'intervention menée permet-elle à long terme (15 mois) de maintenir les NAPQ et les bénéfices sur la santé ?

Pour répondre à ces questions, trois études ont été réalisées :

-Etude 1 : synthèse et recommandation de la PEC en APA pour les adolescents en situation de surpoids et obésité

-Etude 2 : Evaluation des relations entre la LP, les NAPQ et les indicateurs de santé d'adolescents collégiens avec comme objectif de mettre en relation ces différents paramètres ainsi que de repérer les adolescents à inclure dans notre groupe intervention

-Etudes 3 et 4 : Evaluer les impacts à moyen et long terme d'une intervention basée sur le développement de la LP sur les NAPQ et les indicateurs de santé dans notre échantillon intervention d'adolescent en situation de surpoids et d'obésité.

# **3) Contribution personnelle**

## 3.1 Contexte du travail de recherche

---

### 3.1.1 Contexte général

En France, deux principaux dispositifs spécifiques de PEC existent pour les enfants et adolescents en situation de surpoids et d'obésité :

-Le projet national « parcours OBEPEDIA ». Ce projet propose une PEC pluridisciplinaire pour l'enfant ou l'adolescent et sa famille grâce à des Centres Spécialisés Obésité (CSO) et des équipes pluridisciplinaires (médecins, infirmiers, kinésithérapeutes, enseignants en APA, diététiciens...). Ce projet se déploie dans 9 villes françaises : Angers, Bordeaux, Lille, Lyon, Nancy, Toulouse, Nice, Île-de-France et la Réunion

-Le Réseau de Prévention et de prise en charge de l'Obésité Pédiatrique (RÉPPOP) se déploie sur 12 régions françaises dont en Nouvelle Aquitaine. Ce réseau se coordonne avec le CSO et permet une aide concrète pour la PEC de ces adolescents. L'enfant ou l'adolescent bénéficie d'une PEC de 2 ans avec de multiples professionnels de santé dont un enseignant en APA. Le RÉPPOP Nouvelle Aquitaine est très présent à Bordeaux et sa périphérie, mais présente peu d'offres sur le département des Pyrénées-Atlantiques (64). En effet, en 2020, une seule séance d'APA était organisée sur le département voisin des Landes (40). L'absence de projet de PEC en APA sur le territoire a conduit le Conseil Départemental des Pyrénées-Atlantiques (CD64) à créer son propre programme pour des enfants et adolescents en situation de surpoids et d'obésité (1<sup>er</sup> recours) à travers le projet CAPACITES 64.

### 3.1.2 Objectifs et acteurs du projet

L'objectif général du projet CAPACITES 64 est la création d'une PEC (1<sup>er</sup> recours) en AP pour les adolescents en situation de surpoids et d'obésité (non complexe) sur le département des Pyrénées-Atlantiques.

En accord avec les recommandations scientifiques internationales de PEC en AP de l'adolescent en surpoids et obésité (Clemente et al., 2022; O'Malley & Thivel, 2015; Tully et

al., 2022), CAPACITES 64 est fondé sur l'approche systémique et intègre l'adolescent dans son environnement grâce à l'utilisation du modèle socio-écologique (Bauman et al., 2012). Pour cela, différents acteurs et partenaires présents dans l'environnement des adolescents ont été inclus au projet. Pour l'ensemble des acteurs, une répartition précise des tâches a été effectuée (tableau 6).

Tableau 6 : Acteurs du projet CAPACITES 64 et tâches réalisées

Acteurs	Tâches
Conseil Départemental (CD) 64	-Financier et propriétaire du projet -Soutien à la valorisation du projet (politiques, appuis départementaux) -Responsable de la transférabilité du projet -Aide à la mise en réseau sur le département
Laboratoire Mouvement Equilibre Performance Santé (MEPS) EA4445	-Chef de projet (dans le cadre du doctorat) -Responsable de la recherche associée à ce projet -Responsable du protocole d'évaluation -Responsable de la mise en place de l'intervention -Responsable de la valorisation scientifique du projet -Responsable de la communication entre les différents acteurs -Responsable de la communication avec les familles tout au long de l'intervention
Centre Hospitalier de la Côte Basque service Unité Transversale des Activités Physique pour la Santé (CHCB UTAPS)	-Appui médical du projet CAPACITES 64 -Mise en disposition de personnel médical et paramédical pour la réalisation d'actions interventionnelles -Valorisation du projet dans le milieu médical
Collège Marracq	-Lieu principal des expérimentations du projet -Intégration du directeur, de l'infirmière, de l'équipe pédagogique (sensibilisation, acteurs d'actions) -Responsable de la présentation du projet aux familles -Responsable des échanges avec l'Education Nationale
Maison Sport Santé NivAdour	-Lieu d'intégration des adolescents après l'intervention expérimentale -Ouverture d'un créneau « activité physique et loisir » et orientation possible vers la section omnisport.
RéPPOP Nouvelle Aquitaine	-Communication du projet aux professionnels de santé formés RéPPOP -Communication du projet aux acteurs régionaux formés RéPPOP

### 3.1.3 Déroulé du projet

Le projet CAPACITES 64 s'est déroulé d'octobre 2020 à juin 2023. De nombreux échanges ont précédé la mise en place effective du projet notamment avec le principal du collège Marracq de Bayonne (établissement dans lequel les expérimentations ont eu lieu).

Une notice d’information sur le projet (annexe 5) a été envoyée à l’ensemble des familles avant la réalisation de la batterie d’évaluation de repérage. Le format de cette notice d’information sera adapté pour les parents ainsi que pour les adolescents. Associé à cette notice d’information, le formulaire de consentement éclairé (annexe 6) a été envoyé aux familles. Leur signature a été obligatoire pour la participation au projet.

Le projet de recherche a été approuvé par le Comité Ethique de la Recherche STAPS (CER STAPS n° IRB00012476-2023-20-02-233).

Le projet s’est déroulé en trois phases successives :

- La phase 1 : Evaluation de la santé de 100 collégiens en classe de 6<sup>ème</sup> du collège Marracq et repérage des adolescents pouvant être inclus dans l’intervention expérimentale. Les résultats liés à cette phase 1 font l’objet d’une publication (publication 2)
- La phase 2 : Intervention basée sur le développement de la LP sur une durée de 15 mois sur un groupe d’adolescents en situation de surpoids et d’obésité (groupe intervention). La phase 2 fait l’objet de deux publications scientifiques (publications 3 et 4)
- La phase 3 : Orientation des adolescents vers le milieu associatif et transférabilité du projet.

Le design du projet CAPACITES 64 est résumé dans le flowchart (figure 14).

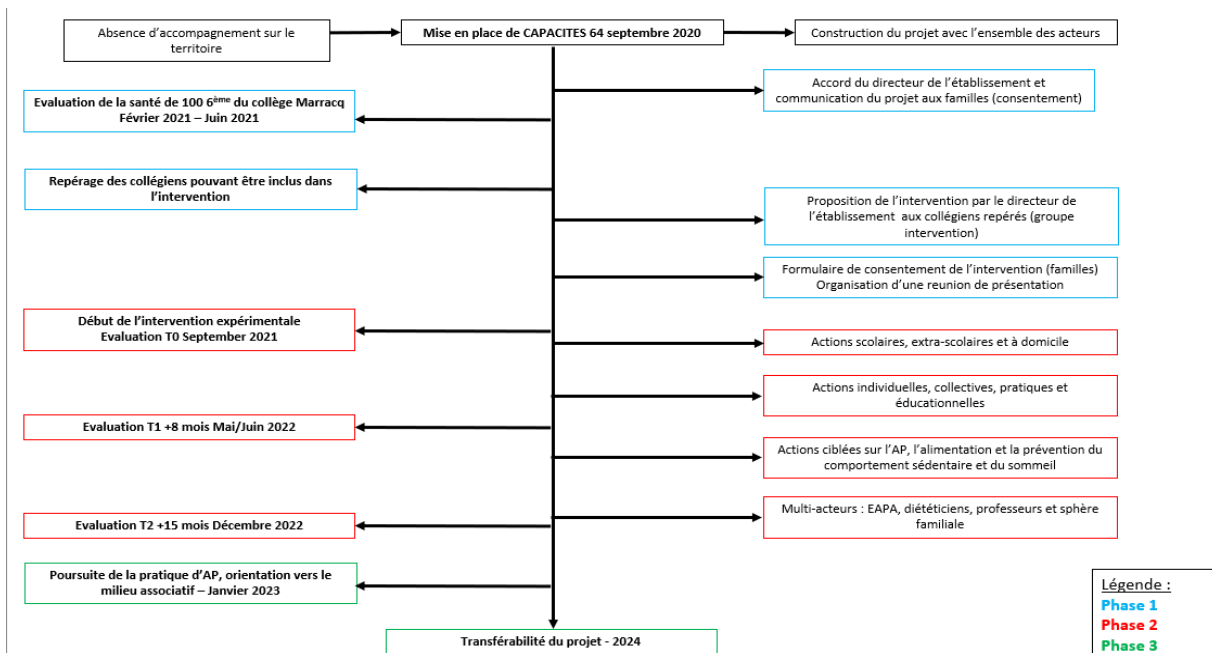


Figure 14 : Flowchart résumant le design du projet CAPACITES 64



## 3.2 Etude 2. Associations entre la littératie physique perçue, la condition cardiorespiratoire, la composition corporelle et les niveaux d'activité physique chez les collégiens

---

Contexte : Les adolescents en surpoids et obèses sont souvent associés à des niveaux d'activité physique (AP) inférieurs et à une faible forme cardiorespiratoire (CRF). Récemment, il a été suggéré que le concept de littératie physique (PL) était associé à des niveaux plus élevés de comportement actif et à une meilleure santé chez les adolescents. Le but de cette étude est d'étudier les relations entre la PL, la composition corporelle, la condition cardiorespiratoire et les niveaux d'activité physique chez des lycéens français. Méthodes : Le niveau de PL a été évalué chez 85 adolescents français à l'aide d'une version française du Perceived Physical Literacy Instrument (F-PPLI). La condition cardiorespiratoire a été mesurée par le « test de marche/navette adaptée sur 20 m ». Le niveau d'AP a été évalué par le questionnaire du système de surveillance des comportements à risques chez les jeunes. Le statut pondéral a été mesuré par l'indice de masse corporelle (IMC) et les données de composition corporelle. Résultats : Nous trouvons une association significative entre le PL et le pourcentage de Masse Grasse (%FM) ( $r = -0,43 ; p \leq 0,01$ ), entre le PL et le PA modéré à vigoureux (MVPA) par semaine ( $r = 0,38 ; p \leq 0,01$ ). Le PL était associé ( $r = 0,36 ; p \leq 0,01$ ) au pourcentage de masse musculaire squelettique (%SMM) et à la condition cardiorespiratoire ( $r = 0,40 ; p \leq 0,05$ ). Conclusions : Développer le PL pour les élèves du secondaire les plus

défavorisés dans un programme d'AP pourrait être une stratégie appropriée pour augmenter leur niveau d'AP, réduire leur adiposité et promouvoir une meilleure santé à long terme.

Cette étude a fait l'objet d'une publication :

Nezondet, C.; Gandrieau, J.; Nguyen, P.; Zunquin, G. Perceived Physical Literacy Is Associated with Cardiorespiratory Fitness, Body Composition and Physical Activity Levels in Secondary School Students. *Children* **2023**, *10*, 712, doi:[10.3390/children10040712](https://doi.org/10.3390/children10040712).

Cette étude a fait l'objet d'une communication orale :

Charlie Nezondet, Joseph Gandrieau, Phillippe Nguyen et Gautier Zunquin (2022). Perceived physical literacy is associated with cardiorespiratory fitness, body composition and physical activity levels in secondary school students. Communication orale. Congrès 2pass4health pour une école qui bouge, Tarbes, France.



Article

# Perceived Physical Literacy Is Associated with Cardiorespiratory Fitness, Body Composition and Physical Activity Levels in Secondary School Students

Charlie Nezondet <sup>1</sup>, Joseph Gandrieau <sup>2,3</sup> , Philippe Nguyen <sup>4</sup> and Gautier Zunquin <sup>1,\*</sup> 

- <sup>1</sup> Laboratoire Mouvement, Equilibre, Performance, Santé (MEPS), Université de Pau et des Pays de l'Adour, Campus Montauray, 64600 Anglet, France  
<sup>2</sup> L'unité de Recherche Pluridisciplinaire Sport, Santé, Société (URePSSS), Université de Lille, 59000 Lille, France  
<sup>3</sup> Laboratoire Motricité Humaine Expertise Sport Santé, (LAMHIESS), UPR 6312, 06000 Nice, France  
<sup>4</sup> Département "Unité Transversale des Activités Physiques pour la Santé" (UTAPS), Centre Hospitalier de la Côte Basque (CHCB), 64100 Bayonne, France  
\* Correspondence: g.zunquin@univ-pau.fr; Tel.: +33-06-67-22-59-91

**Abstract:** Background: Overweight and obese adolescents are often associated with lower Physical Activity (PA) levels and low Cardiorespiratory Fitness (CRF). Recently, the concept of Physical Literacy (PL), has been suggested to be associated with higher levels of active behavior and better health in adolescents. The purpose of this study is to investigate the relationships between PL, body composition, cardiorespiratory fitness and physical activity levels in French secondary school students. Methods: The level of PL was assessed in 85 French adolescents using a French version of the Perceived Physical Literacy Instrument (F-PPLI). Cardiorespiratory fitness was measured by the "20 m adapted walk/shuttle run test". The PA level was assessed by the Youth Risk Behavior Surveillance System questionnaire. Weight status was measured by the Body Mass Index (BMI) and the body composition data. Results: We find a significant association between the PL and the percentage Fat Mass (%FM) ( $r = -0.43$ ;  $p \leq 0.01$ ), between the PL and moderate to vigorous PA (MVPA) per week ( $r = 0.38$ ;  $p \leq 0.01$ ). The PL was associated ( $r = 0.36$ ;  $p \leq 0.01$ ) with the percentage of Skeletal Muscle Mass (%SMM) and cardiorespiratory fitness ( $r = 0.40$ ;  $p \leq 0.05$ ). Conclusions: Developing the PL for the most disadvantaged secondary school students in a PA program could be a suitable strategy to increase their PA level, reduce their adiposity, and promote better long-term health.

**Keywords:** exercise; public health; weight status; overweight adolescents; fitness



**Citation:** Nezondet, C.; Gandrieau, J.; Nguyen, P.; Zunquin, G. Perceived Physical Literacy Is Associated with Cardiorespiratory Fitness, Body Composition and Physical Activity Levels in Secondary School Students. *Children* **2023**, *10*, 712. <https://doi.org/10.3390/children10040712>

Academic Editor: Antonis Kambas

Received: 9 March 2023  
Revised: 6 April 2023  
Accepted: 7 April 2023  
Published: 12 April 2023



**Copyright:** © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## 1. Introduction

In children and adolescents, overweight and obesity are identified by the International Obesity Task Force's (IOTF) Body Mass Index (BMI) cut-offs. Overweight is defined as a BMI between the IOTF cut-offs of 25 and 30 and obesity as a BMI above the IOTF cut-off of 30 [1]. The international prevalence of pediatric overweight and obesity for adolescents (10 to 19 years) is 24.9% of which 7.1% are obese [2]. In France, the prevalence of overweight (including obesity) is stabilizing but remains high, with respectively 18% of girls and 15% of boys being overweight and 3.8% of girls and 4.2% of boys being obese [2]. Being overweight (including obesity) during adolescence is independently a risk factor for developing obesity and its associated metabolic complications in adulthood [3].

On the other hand, recent national and international epidemiological studies confirm an increasing trend in time spent in behaviors described as "obesogenic" (e.g., physical inactivity, increasing time spent in sedentary behaviors and increasing consumption of sugar-sweetened beverages...) [3,4]. In France in 2020, only 34% of boys and 20% of girls aged 11–14 years meet the World Health Organization (WHO) recommendations of 60 min

of Moderate to Vigorous Physical Activity (MVPA) per day [5]. This percentage dropped by 8% for girls and 2% for boys between 2014 and 2018. The French prevalence of physical inactivity is like the international prevalence, where 80% of youth under the age of 18 are considered inactive [6]. This decrease in levels of Physical Activity (PA) is accompanied by a significant decrease in Cardiorespiratory Fitness (CRF) which is the first component of physical fitness [7] and physical skills of adolescents (endurance, strength, speed, and agility) [8]. The decrease in levels of PA and CRF are detrimental factors for the metabolic, cardiovascular, and psychological health status of adolescents [9,10].

The interdependence of PA levels with physical fitness is important. Indeed, Hui et al. [11] showed that adolescents who met their daily PA guidelines were more likely to be more physically fit (Cooper Institute, 2017), compared to adolescents who did not [12]. In adolescent girls, the relationship between the MVPA and weight status (BMI Z-score and percent body fat) has also been shown to be significantly mediated by CRF [13]. Thus, the highest levels of CRF are found in adolescents with the highest PA levels. Conversely, adolescents with the lowest CRF levels are those with the lowest PA levels [14]. Given that the levels of PA are a determinant of adolescent health, the adolescents most at risk of developing cardio-metabolic risks are those with low CRF and low PA levels [13,15].

MVPA and CRF are also negatively correlated with weight status and the body composition of adolescents [16,17]. Overweight and obese adolescents, then, have a lower MVPA and physical fitness than other adolescents [16]. There is a negative correlation between the percentage of Fat Mass (%FM), PA levels, and the walking distance performed during a six-minute test (6MWT) in adolescents aged 11 to 14 years [16,18]. There is also a positive relationship between the percentage of Skeletal Muscle Mass (%SMM) and CRF (mean age 14.4 years ( $\pm 2.5$ )) [19].

Thus, adolescents with low levels of CRF and low levels of PA associated with high BMI, high %FM, and low %SMM are most at risk of developing cardiometabolic complications in adulthood. However, we can note that, independently of weight status, improving CRF in adolescents would reduce these risks [20,21]. It is, therefore, a priority to develop complex, multi-modal strategies during childhood and adolescence to acquire and maintain active behaviors throughout life [22].

Recently, the concept of Physical Literacy (PL) has gained increased attention and has become a key element in the issue of promoting PA [23]. It can be defined as “the motivation, confidence, physical competence, knowledge and understanding to value and take responsibility for engagement in physical activities for life” (International Physical Literacy Association, 2014) [24]. PL enables people to possess different physical skills but also cognitive-affective skills (knowledge, understanding, ..) that allow them to adhere to PA throughout their lives and, thus, prolong individual health in the long term [25].

PL is a key component of an active lifestyle and «optimal» health. This concept was first explored in the field of education (particularly physical and sports education). Later, Cairney et al. [26] proposed an initial conceptual model linking PL, PA, and health. Early empirical evidence recognizes PL as a process for developing and increasing the PA levels in adolescents. Brown et al. [18] found positive associations between PL levels and participating in PA and between the PL levels and CRF [27]. An individual with a high PL level would be more likely to achieve the PA recommendations according to Kanellopoulou et al. [28]. Recently, Caldwell et al. [29] have shown that a high level of PL is a determinant of an adolescent's health (low body fat percentage, better recovery from progressive aerobic tests (lower post-exertional heart rate), lower resting systolic blood pressure, and better quality of life). There is a negative association between PL and BMI in children aged 10–12 years [28]. On the other hand, this relationship is also found between %FM and PL [30]. Developing the adolescent's PL is therefore essential and could be an interesting strategy to increase the levels of PA and, in the long term, benefit the health of adolescents, especially those with a high-risk profile (high adiposity, low fitness, and low PA levels) [26].

To our knowledge, we are the first study to examine the relationship between PL, body composition, PA levels, and CFR in high school students. Moreover, in France, no correlational study has been carried out on the theme of PL and health in adolescents. Therefore, we are interested in this.

A high level of PL among French adolescents could, therefore, be associated with high levels of PA and a superior CRF, determinants of long-term health.

The aim of this study is, therefore, to evaluate and investigate the relationships between PL, body composition, CRF, and the levels of PA in a population of French adolescents.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Procedure

Four 6<sup>th</sup>-grade classes ("Marracq" Secondary school in the city of Bayonne, France) took part in this study. These four classes were chosen because they volunteered to participate in the study.

The evaluations took place between February and June 2021. For each class of approximately 30 students, the assessments took place during physical education and sports classes over four specific sessions distributed over four consecutive weeks. The order of the assessments was the same for all classes: (1) 20 m shuttle run/walk test (TMNA-20), (2) Youth Risk Behavior Surveillance System, (3) Perceived Physical Literacy Instrument (PPLI), and (4) Anthropometric data and impedance measurement. The first author of the publication and the physical education and sports teachers supervised these evaluations.

Parents signed a consent form agreeing to data collection for the project and all subjects gave their informed consent for inclusion before they participated in the study.

The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki, and the protocol was approved by the Research Ethics Committee of the Sciences and Techniques of Physical and Sports Activities (CER STAPS) (n°2020-11-02-44).

### 2.2. Participants

A total of 84 participants were needed to reach a power of 0.8 with an effect size of 0.3 and an alpha of 0.05 (*z* Fisher test). The inclusion criteria for our study were the agreement of physical education, for the sports teachers to participate in the study of their class, that the teenagers are in 6<sup>th</sup>-grade classes, and that they can participate correctly in all the evaluations. Any limitations in the adolescents that made it impossible to complete the assessments were a non-inclusion criterion.

A total of 85 adolescents, including 32 girls and 53 boys with an average age of 12.1 ( $\pm 0.4$ ) years, participated in our study. In total, 72 of them were normal weight, 2 were underweight, and 11 were overweight and obese.

### 2.3. Anthropometric Data

The height was measured to the nearest 0.5 cm using a wall height gauge (Seca<sup>®</sup>, 22089, Hambourg, Germany) according to the standard procedure: adolescents stood with their feet together, without shoes, and leaned against a wall with their heads, shoulders and feet aligned.

The weight was measured to the nearest 0.5 kg with a balance (Terraillon<sup>®</sup>, model Pop One; China). The weighing took place in minimal clothing (t-shirt, shorts, and socks). The BMI was then calculated using the formula:  $BMI = \text{weight (kg)} / \text{height (m)}^2$ .

Underweight, overweight, and obese have been classified according to age and gender-specific BMI cut-offs [31,32].

### 2.4. Impedance Measurement

Body composition was measured with the multifrequency bioelectric impedance (Biody XpertZM II, AMINOGRAM SAS, la Ciotat, France). All measurements were recorded during the same morning. No vigorous to intense PA was performed 12 h before the test. Adolescents had an empty bladder and did not consume alcohol or caffeine-

based beverages at least 24 h before the test. The measurement protocol was standardized and explained to everyone. The adolescent, in a seated position, placed his right hand on the rear sensors of the bioelectrical impedance and placed the front sensors at the level of the rear foot under the ankle.

The raw results (rate (kg), percentage of FM (%FM), and percentage SMM (%SMM) were then provided by the "BiodyManager" (version 1) software.

#### 2.5. Measurement of CRF by the 20 m Shuttle Walk/Run Test (TMNA-20)

The CRF was assessed by the CRF on the adapted 20 m shuttle run/walk test (TMNA-20) [33]. This test is an adapted version of the "Multistage 20-m shuttle run test" [34]. The aim of this test is to run continuously on a track with two blocks at each end, 20 m apart. The adolescent begins the test by walking at a speed of 4 km/h, then every minute the speed increases by 0.5 km/h until the adolescent stops voluntarily. The test is interrupted at the adolescent's request or by the educator if the adolescent is no longer able to keep to the speed requested by the test tape. When the test is stopped, the Maximum Aerobic Speed reached (VMA) by the adolescent is estimated. The cardiorespiratory condition is then estimated as a correlation between the VMA (km/h) and the aerobic capacity ( $\text{mL}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ ). A mathematical formula is then used:  $(19.66 + (2.21 * \text{VMA}) + (0.05 * \text{age}) + (2.08 * \text{girl (0) or boy (1)}) - (0.38 * \text{BMI}))$ .

#### 2.6. Youth Risk Behavior Surveillance System (YRBSS)

The levels of PA of secondary school students were assessed by the French adaptation of the self-administered Youth Risk Behavior Surveillance System (YRBSS) questionnaire [35,36]. This questionnaire provides a subjective estimate of PA levels with the calculation of the MVPA minutes per week of secondary school students. The questions concern the number of days spent in high-intensity physical activities for at least 20 min (D1), medium-intensity PA for at least 30 min (D2), and the number of days and duration of Physical Education and Sports classes (PE). To interpret this questionnaire, and calculate the minutes of MVPA per week, a mathematical formula is used:  $(2.5 * \text{D1} * 20 \text{ min}) + (\text{D2} * 30 \text{ min}) + (\text{PE} * 30 \text{ min})$ . As described in "l'étude nationale nutrition santé ENNS, 2006" [37], this indicator allows us to classify adolescents into three categories: <sup>1</sup> <150 min of MVPA per week; <sup>2</sup> between 150 and 210 min of MVPA per week; <sup>3</sup>  $\leq 210$  min of MVPA per week.

With these results, it is possible to calculate the minutes of MVPA per week, which is an indicator of PA levels.

#### 2.7. Perceived Physical Literacy Instrument (F-PPLI)

The level of Perceived Physical Literacy (PPL) was assessed using the test from Sum et al. [38]: Perceived Physical Literacy Instrument (PPLI). The PPLI was validated in 2018 to measure the PPL in adolescents [25]. The PPLI was then translated into a French version (F-PPLI) by Gandrieau et al. [39] and tested in young adults (18–25). The F-PPLI is composed of nine items that are themselves divided into three dimensions: three items for the dimension "knowledge and understanding", three items for "Sense of self and self-confidence" and three items for "self-expression and communication with others". Each item is assessed using a 5-point Likert scale (1 = strongly disagree and 5 = strongly agree). The total PPL score is represented by the sum of the scores for each item. The total score ranges from 0 to 45 points (0 being very poor PPL and 45 being very good PPL).

#### 2.8. Statistical Analysis

All statistical analyses are carried out by Statistica software (version 7.1).

The mean, standard deviation, median, and distribution of the data are calculated for each variable: age, BMI, %FM, %SMM, maximum aerobic speed (Vmax), aerobic capacity, PPL score (points), and PA levels (MVPA per week). The normality of each variable was tested using the Shapiro-Wilk test. Due to the non-normality distribution, the non-

parametric Mann-Whitney U test is used to test the gender-dependent variations in each variable. A  $p$ -value  $\leq 0.05$  was chosen for statistical significance.

Simple linear regression models are used to determine the relationships between PPL (independent variable) and the different dependent variables: BMI, %FM, %SMM, aerobic capacity ( $\text{mL}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ ), and MVPA (min/week). Using the Pearson correlation analysis, the correlation coefficient ( $r$ ) is used to determine the strength of the relationship and the significance is indicated by a  $p$  value  $\leq 0.05$ .

The mode of association between the variables is indicated by the standardized beta coefficient ( $\beta$ ) and its 95% confidence interval.

Following on from the results of the Caldwell et al. [29] study, mediation analyses are conducted to determine whether the relationships between the PPL and the different dependent variables are mediated by MVPA (min/week).

For each relationship between the PPL (independent variable) and a Dependent Variable (DV), a multiple linear regression is used to determine the mediation of the MVPA variable (Mediator Variable).

### 3. Results

This is a sample of 85 secondary school students in the 6th grade who took part in the study. All students carried out the assessments. The detailed characteristics can be found in Table 1.

**Table 1.** Characteristics of participants ( $n = 85$ ).

Characteristics	Total Sample	Girls	Boys	$p$ -value
	Mean (standard deviation)/median	Mean (standard deviation)/median	Mean (standard deviation)/median	
n	85	32 (38%)	53 (62%)	
Standard-weighted	72	26	46	
Underweight	2	0	2	
Overweight	8	5	3	
Obesity	3	1	2	
Age (years)	12.1 ( $\pm 0.4$ )/12.1	12.1 ( $\pm 0.4$ )/12.12	12.1 ( $\pm 0.4$ )/12.1	0.33
Weight (kg)	41.3 ( $\pm 8.4$ )/39.8	44.8 ( $\pm 7.4$ )/44.9	39.2 ( $\pm 8.3$ )/37.3	<0.01
Height (m)	1.5 ( $\pm 0.07$ )/1.48	1.5 ( $\pm 0.1$ )/1.5	1.5 ( $\pm 0.1$ )/1.5	0.02
Body Mass Index (BMI) ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	18.5 ( $\pm 2.6$ )/17.8	19.5 ( $\pm 2.4$ )/19.0	17.9 ( $\pm 2.6$ )/17.2	<0.01
Fat Mass (FM) (%)	14.1 ( $\pm 8.9$ )/13.4	18.1 ( $\pm 9.4$ )/18.5	10.5 ( $\pm 6.8$ )/9.2	<0.01
Skeletal muscle mass (SMM) (%)	45.6 ( $\pm 5.7$ )/46.0	40.70 ( $\pm 3.3$ )/41.1	49.9 ( $\pm 3.4$ )/50.1	<0.01
Maximum aerobic speed (VMA) (km/h)	11.2 ( $\pm 1.4$ )/11.5	10.2 ( $\pm 1.0$ )/10.0	11.8 ( $\pm 1.2$ )/12.0	<0.01
Aerobic capacity ( $\text{mL}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ )	39.3 ( $\pm 4.3$ )/39.7	35.3 ( $\pm 2.7$ )/34.8	41.7 ( $\pm 3.0$ )/42.3	<0.01
Perceived Physical Literacy Score (PPL)	37.9 ( $\pm 5.4$ )/39.0	38.8 ( $\pm 4.7$ )/40.0	37.2 ( $\pm 5.7$ )/39.0	0.05
MVPA (min/week)	328.5 ( $\pm 152.8$ )/320.0	232.7 ( $\pm 99.8$ )/230.0	372.1 ( $\pm 153.4$ )/390.0	0.013

BMI: body mass index; FM: fat mass; SMM: skeletal muscle mass; VMA: Maximum aerobic speed; PPL: Perceived Physical literacy; MVPA: Moderate to vigorous physical activity (minutes/week);  $p$ -value: probability of rejecting the null hypothesis ( $p = 0.05$ ) calculated by the Mann-Whitney U-test (non-parametric variables). Total PPL score is 1 to 45 points.

There was no significant difference in the age variable between girls and boys ( $p = 0.33$ ).

#### 3.1. Differences between Girls and Boys on Body Composition

Girls have a higher BMI and %FM than boys ( $p < 0.01$ ), and boys have a higher %SMM than girls ( $p < 0.01$ ).

#### 3.2. Gender Differences in CRF and MVPA

The results of the fitness test show a higher maximal aerobic speed and maximal oxygen volume in boys ( $p < 0.01$ ). Boys also had a higher MVPA per week than girls, both in (328.53 min ( $\pm 152.80$ ) vs. 232.69 min ( $\pm 99.78$ );  $p = 0.01$ ). For the PPL scores, girls did not score higher than boys ( $p = 0.05$ ).

3.3. Associations, between PPL and Dependent Variables (BMI, %FM, %SMM, CRF, and MVPA)

Table 2 shows the results of the regression modelling. The results show a significant negative association between the PL and the %FM ( $r = -0.43$ ;  $B = -0.86$  ( $-1.30$ ;  $-0.42$ );  $p < 0.01$ ) (Table 2). The PL was also significantly positively correlated with the %SMM ( $r = 0.36$ ;  $B = 0.46$  ( $0.17$ ;  $0.75$ );  $p < 0.01$ ). There was no significant association between PL score and BMI ( $r = -0.19$ ;  $B = -0.11$  ( $-0.24$ ;  $0.02$ );  $p = 0.096$ ).

**Table 2.** Associations, between PLL and the dependent variables: BMI, %FM, SMM, aerobic capacity, and MVPA per week.

Variables	B (95% IC)	r	p-Value
BMI	-0.11 (-0.24; 0.02)	-0.19	0.096
Perceived Physical Literacy Score			
%FM	-0.86 (-1.30; -0.42)	-0.43	≤0.01
%SMM	0.46 (0.17; 0.75)	0.36	≤0.01
Aerobic capacity (mL·kg·min <sup>-1</sup> )	0.33 (0.13; 0.53)	0.40	≤0.05
MVPA (min/week)	13.97 (5.88; 22.06)	0.38	≤0.01

BMI: body mass index; FM: fat mass; SMM: skeletal muscle mass; MVPA: Moderate to vigorous physical activity (minutes/week); B: regression coefficient; CI: confidence interval; r: correlation coefficient; p-value: probability of rejecting the null hypothesis ( $p = 0.05$ ).

We found a significant positive association between the PL score and CRF with aerobic capacity as an indicator ( $r = 0.40$ ;  $B = 0.33$  ( $0.13$ ;  $0.53$ );  $p \leq 0.05$ ). We also found significant positive associations between the PL score and the MVPA per week ( $r = 0.38$ ;  $B = 13.97$  ( $5.88$ ;  $22.06$ );  $p \leq 0.01$ ).

We observed associations between the dependent variables. There were negative associations between the CRF (aerobic capacity) and the BMI ( $r = -0.59$ ;  $p < 0.01$ ) and between the CRF and the %FM ( $r = -0.60$ ;  $p \leq 0.01$ ). A positive association exists between the CRF (aerobic capacity) and the %SMM ( $r = 0.86$ ;  $p \leq 0.01$ ). The CRF was also positively and significantly associated with the MVPA ( $r = 0.49$ ;  $p \leq 0.01$ ). The MVPA was negatively and significantly associated with the %FM ( $r = -0.37$ ;  $p \leq 0.05$ ) and positively and significantly associated with the %SMM ( $r = 0.51$ ;  $p \leq 0.01$ ).

3.4. Mediation Analyses

The above simple linear regression analyses show that the PPL is directly associated with all dependent variables except for the BMI. The MVPA is then investigated as a mediator of the associations between the PPL and the %FM, the %SMM, and the aerobic capacity.

The variable MVPA does not mediate the relationship between the PPL and the %FM. Indeed, in the simple linear regression model, PPL is inversely and significantly associated with %FM ( $B = -0.86$  ( $-1.30$ ;  $-0.42$ );  $p \leq 0.01$ ). Testing the MVPA variable as a mediator variable, we also find an inverse and significant association between the PPL and the %FM ( $B = -0.68$  ( $-1.28$ ;  $-0.08$ );  $p = 0.05$ ).

The simple linear regression model shows a positive and significant relationship between the PPL and the %SMM ( $B = 0.46$  ( $0.17$ ;  $0.75$ );  $p \leq 0.01$ ). In the multiple linear regression model testing the MVPA variable as a mediating variable, the effect of PPL on the %SMM is no longer significant ( $B = 0.14$  ( $-0.22$ ;  $0.49$ );  $p = 0.38$ ). This means that the effect found in the simple linear regression is due to the mediation of the MVPA variable. A similar result was found in the relationship between the PPL and the CRF. In the simple linear regression model, the PPL was positively and significantly associated with the CRF ( $B = 0.33$  ( $0.13$ ;  $0.53$ );  $p \leq 0.05$ ). By integrating the MVPA mediator variable, we no longer find a significant relationship between the PPL and the aerobic capacity ( $B = 0.08$  ( $-0.15$ ;  $0.30$ );  $p = 0.49$ ). The MVPA variable is therefore a mediator of the relationship between the PPL and the aerobic capacity.



#### 4. Discussion

In this cross-sectional study, we sought to explore the relationships between the PPL, body composition, CRF, and PA levels in French secondary school students in the 6th grade. None of these relationships had been established before in France, especially among adolescents. In accordance with our hypothesis, we found that the higher the PPL score, the higher the CRF of adolescents ( $r = 0.40$ ;  $p \leq 0.05$ ). As a mediator, MVPA per week can partly explain the effect of this relationship, as MVPA is directly associated with the level of PPL ( $r = 0.38$ ;  $p \leq 0.01$ ). The linear regression model showed that there was an inverse relationship between the %FM and the PPL score ( $r = -0.43$ ;  $p \leq 0.01$ ). Secondary school students with a high PL score had a higher %SMM than those with a low PL score ( $r = 0.36$ ;  $p \leq 0.01$ ). This relationship between the PPL and the %SMM could be explained by the effect of MVPA.

##### 4.1. Relationship between PPL et CRF

The development of PL allows for the engagement in lifelong PA through improvements in motor skills and cognitive-emotional competencies [40]. CRF is integrated with the notion of “motor skills” found in the definition and assessment of PL [26]. The direct relationship between PL and CRF has not been studied in France. Our study is, therefore, the first to observe a positive relationship between these two variables in French adolescents ( $r = 0.40$ ;  $p \leq 0.05$ ). Thus, for each additional point on the PPL score, aerobic capacity increases by  $0.33 \text{ mL}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ . The influence of the PPL on the CRF of secondary school students is partly explained by the effect of MVPA per week (measured in minutes per week).

A Canadian study of 249 children aged 10 years showed similar results with a positive relationship between the PPL (score) and the CRF (heart rate) [18]. This relationship was also mediated by daily physical activity levels (min/day). In contrast to our study, the level of CRF was assessed by the peak heart rate value during a Bruce protocol. Lang et al. [27] showed similar results in 9393 Canadian adolescents aged 8–12 years. Adolescents with CRF classified as high had better PL scores compared to adolescents with lower CRF. In this paper, CRF was assessed with a field test identical to our study, however, PL was assessed with the CAPL tool.

##### 4.2. Relationship between PPL and PA Levels

Our results also show a positive association between the PPL scores and MVPA ( $r = 0.38$ ;  $p \leq 0.01$ ). Thus, for each additional point of PPL, the MVPA increases by 13.97 (5.88; 22.06) minutes per week. This same relationship, an increase of 3.19 (2.00, 4.40) minutes per day, was found in the 2020 study by Caldwell et al. in Canadian adolescents [29]. Brown et al. [18] showed that students with high PL profiles were the most involved in PA compared to students with moderate or low PL profiles. The same result was found between students with a moderate PL compared to those with a low PL [18]. Thanks to this longitudinal study, the follow-up of the results shows maintenance of these associations between the PL profile and the PA profile during the three years of follow-up. Thus, the development of PL is an important way to increase the PA levels and improve CRF [26].

Inactive and sedentary adolescents with low CRF are the adolescents most at risk of developing overweight and obesity problems [41,42]. Genetic factors combined with an obesogenic environment may explain the occurrence of overweight and obesity in inactive and low CRF adolescents. These same findings are found in our study. Adolescents with poor CRF have a higher BMI and adiposity and a lower %SMM.

##### 4.3. Relationship between PPL and Body Composition

Our results also showed relationships between the level of PPL and the body composition of adolescents. There was a negative association between the PPL and the %FM ( $r = -0.43$ ;  $p \leq 0.01$ ). For each additional point on the PPL score, the %FM decreased by 0.86%. This association is direct and not mediated by MVPA. This negative relation-

ship between the PPL score and the %FM was also found in 249 adolescents. In this study, the assessment of PL was performed using the PLAY tools [43]. In the study by Caldwell et al. [29], the relationship between PL and body fat percentage was explained by the effect of MVPA.

Mendoza-Muñoz et al. [30] found a negative relationship ( $r = -0.49$ ) between body fat and the total PL score studied with the CAPL-2 in 72 children. In contrast to our study, the sample had a much higher proportion of overweight and obese children (38.5% vs. 12.9%).

In our study, PL is also positively and moderately associated with the %SMM ( $r = 0.36$ ;  $p \leq 0.01$ ). It is positively associated with CRF in adolescents and negatively associated with mortality in adults [19,44]. Thus, for each additional point on the PL score, the %SMM would increase by 0.46%. In contrast to the %FM, the increase in the PPL score, allowing the increase in the %SMM, is explained by the MVPA.

#### 4.4. Relationship between PPL and BMI

Our results show no significant association between the BMI and the PPL score. This lack of association could be due to the presence of our sample of normal-weighted individuals (84.7%). On the other hand, the BMI has many limitations in its interpretation and in particular the non-differentiation between FM and lean mass. BMI is only an index of body shape, so we can assume that the perception of the level of PL is more strongly impacted by the MVPA and by the %SMM and the %FM than by the BMI. In contrast to our study, a negative correlation was found between the BMI and the total PL score in Spanish children [30]. In a systematic review analyzing the relationship between health literacy and BMI, 5 out of 22 articles studied showed that children and adolescents (3–19 years) with low levels of health literacy have a higher BMI [45]. Kanellopoulou et al. [28] found an inverse relationship between health literacy scores and body weight in 1728 Greek adolescents (10–12 years), particularly among girls.

Thus, the adolescents most at risk are those with a high %FM and a low %SMM with the lowest levels of PA and CRF. Adolescents with these characteristics are those with low levels of PPL. The PPL was associated with body composition data, PA levels, and CRF, and some of these associations were mediated by MVPA. Improving the PL level of at-risk secondary school students could therefore increase their PA levels and, ultimately, improve their health.

#### 4.5. Strengths and Limitations of the Study

Our study is the first French study to assess these parameters and to show associations between the PPL, CRF, MVPA, and body composition of secondary school students. Until now, studies looking at PL and its associations with health indicators were in North America [18,28,46]. The explanatory factors of the associations between PPL, body composition, and CRF remain to be investigated, but our study shows that MVPA could be the first explanatory factor in the evolution of these relationships.

Another strength of our study is the rigor in the choice of methodological tools used to assess the CRF and weekly reported MVPAs. The 20 m adapted Shuttle Walk/Run test (TMNA-20) [33] and the Youth Risk Behavior Surveillance System (YRBSS) [35,36] are validated and widely used for this population. The use of %SMM and %FM as primary indicators is a strength. They enlighten us on the links between body composition and PPL. Most studies showing an association between PL and anthropometric data have used BMI alone [47]. BMI is only an indicator of body composition and not a physiological index of health and, therefore, has only a partial impact on perceptions of health status and PA levels.

On the other hand, this experimentation is the starting point for a study on the longitudinal follow-up of overweight and obese adolescents. The objective of this project (CAPACITES 64) will be to develop the PL of adolescents to increase their PA levels and improve their long-term health. As PA levels are predictors of associations between PPL,

body composition, and CRF in adolescents, it is important to promote increased PA levels and participation in PA.

This study has some limitations: The first is that the adolescent sample was not random. This type of sample presents a possible risk of recruitment bias.

On the other hand, a larger sample size would have allowed us to extend the results to the entire adolescent population. Another limitation is that we did not take into account biological parameters such as pubertal development and growth. These parameters directly influence the CRF of adolescents but do not influence the level of PPL [48,49].

The subjective assessment of the levels of PA may have a methodological limitation on the accuracy of the results. Indeed, unlike an accelerometer, the questionnaire does not assess the amount of MVPA in an objective way. Adolescents could, therefore, have increased or decreased their PA levels in an involuntary manner. The final limitation concerns the subjective assessment of PL. This assessment was carried out by a self-administered questionnaire. The results are therefore dependent on a PPL score. The fact that this variable is assessed in a perceived and self-reported manner may lead to variations and inaccuracies in the results as adolescents may have difficulties assessing their health behavior.

## 5. Conclusions

This study shows that in French secondary school students, the level of PPL is positively associated with CRF, MVPA, and the %SMM and negatively associated with the %FM. These results confirm our hypothesis that a good level of PL is associated with good CRF, high levels of PA, and positive health markers. This study confirms the fact that PL is a key parameter in the promotion of PA and health among French secondary school students. The results are preliminary but encouraging, as the development of PL in these secondary school students could help them maintain an active lifestyle.

**Author Contributions:** Conceptualisation, C.N., P.N. and G.Z.; paper initiative, C.N. and G.Z.; methodology, C.N., J.G. and G.Z.; data analysis, C.N. and J.G.; data curation, C.N.; management of the original project, C.N. and G.Z.; redaction, C.N. and J.G.; correction, J.G. and G.Z.; monitoring, G.Z. and P.N. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This research received no external funding.

**Institutional Review Board Statement:** The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki, and the protocol was approved by the Research Ethics Committee of the Sciences and Techniques of Physical and Sports Activities (CER STAPS) (n°2020-11-02-44).

**Informed Consent Statement:** Parents signed a consent form agreeing to data collection for the project.

**Data Availability Statement:** The datasets used during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

**Acknowledgments:** The CAPACITES 64 project is funded by the Conseil Départemental des Pyrénées Atlantiques (64) in association with the Centre Hospitalier de la Côte Basque (CHCB); Unité Transversale des Activités Physiques pour la Santé (UTAPS) service and the Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA). The CAPACITES 64 project started in 2019 and will continue until 2024. It is in France on the whole department of Pyrénées Atlantiques (64). This project is supported by the Conseil Départemental des Pyrénées Atlantiques (64). Its objective is to develop and transfer a program of accompaniment for schoolchildren in difficulty about physical activity.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest. The CAPACITIES 64 project organizers had no role in the design, execution, interpretation or writing of the study.

## References

1. Cole, T.J.; Lobstein, T. Extended International (IOTF) Body Mass Index Cut-Offs for Thinness, Overweight and Obesity: Extended International BMI Cut-Offs. *Pediatr. Obes.* **2012**, *7*, 284–294. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
2. WHO. *WHO European Regional Obesity: Report 2022*; World Health Organization, Regional Office for Europe: Copenhagen, Denmark, 2022; ISBN 978-92-890-5773-8.

3. World Health Organization. *Regional Office for Europe Spotlight on Adolescent Health and Well-Being. Findings from the 2017/2018 Health Behaviour in School-Aged Children (HBSC) Survey in Europe and Canada. International Report. Volume 2. Key Data*; World Health Organization, Regional Office for Europe: Copenhagen, Denmark, 2020; ISBN 978-92-890-5501-7.
4. ONAPS. *Activité Physique et Sédentarité de L'enfant et de L'adolescent*; Nouvel État des Lieux en France: Clermont-Ferrand, France, 2020.
5. Verdot, C.; Salanave, B.; Deschamps, V. Activité physique et sédentarité dans la population française. Situation en 2014–2016 et évolution depuis 2006–2007. *Bull. Epidémiol. Hebd.* **2020**, *9*, 296–304.
6. Guthold, R.; Stevens, G.A.; Riley, L.M.; Bull, F.C. Global Trends in Insufficient Physical Activity among Adolescents: A Pooled Analysis of 298 Population-Based Surveys with 1-6 Million Participants. *Lancet Child Adolesc. Health* **2020**, *4*, 23–35. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
7. Ruiz, J.R.; Castro-Pinero, J.; Artero, E.G.; Ortega, F.B.; Sjostrom, M.; Suni, J.; Castillo, M.J. Predictive Validity of Health-Related Fitness in Youth: A Systematic Review. *Br. J. Sport. Med.* **2009**, *43*, 909–923. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
8. Vanhelst, J.; Terrynck, C.; Ovigneur, H.; Deschamps, T. Évaluation de la condition physique durant l'enfance dans le nord de la France: Le programme Diagonorm. *Rev. D'épidémiol. St. Publique* **2020**, *68*, 163–169. [[CrossRef](#)]
9. García-Hermoso, A.; Ramírez-Campillo, R.; Izquierdo, M. Is Muscular Fitness Associated with Future Health Benefits in Children and Adolescents? A Systematic Review and Meta-Analysis of Longitudinal Studies. *Sport. Med.* **2019**, *49*, 1079–1094. [[CrossRef](#)]
10. Höglström, G.; Nordström, A.; Nordström, P. Aerobic Fitness in Late Adolescence and the Risk of Early Death: A Prospective Cohort Study of 1.3 Million Swedish Men. *Int. J. Epidemiol.* **2016**, *45*, 1159–1168. [[CrossRef](#)]
11. Hui, S.S.-C.; Zhang, R.; Suzuki, K.; Naito, H.; Balasekaran, G.; Song, J.-K.; Park, S.Y.; Liou, Y.-M.; Lu, D.; Poh, B.K.; et al. Physical Activity and Health-Related Fitness in Asian Adolescents: The Asia-Fit Study. *J. Sport. Sci.* **2020**, *38*, 273–279. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
12. Cooper Institut FitnessGram. *Administration Manual: The Journey to Myhealthzone*, 5th ed.; Humain Kinetics: Dallas, TX, USA, 2017.
13. Wisniewski, L.; Dalimonte-Merckling, D.; Robbins, L.B. Cardiorespiratory Fitness as a Mediator of the Association between Physical Activity and Overweight and Obesity in Adolescent Girls. *Child. Obes.* **2019**, *15*, 338–345. [[CrossRef](#)]
14. Júdice, P.B.; Silva, A.M.; Berria, J.; Petroski, E.L.; Ekelund, U.; Sardinha, L.B. Sedentary Patterns, Physical Activity and Health-Related Physical Fitness in Youth: A Cross-Sectional Study. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **2017**, *14*, 25. [[CrossRef](#)]
15. Ruiz, J.R.; Caverro-Redondo, I.; Ortega, F.B.; Welk, G.J.; Andersen, L.B.; Martinez-Vizcaino, V. Cardiorespiratory Fitness Cut Points to Avoid Cardiovascular Disease Risk in Children and Adolescents; What Level of Fitness Should Raise a Red Flag? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Br. J. Sport. Med.* **2016**, *50*, 1451–1458. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
16. Raistenskis, J.; Sidlauskienė, A.; Strukcinskiene, B.; Baysal, S.U.; Buckus, R. Physical Activity and Physical Fitness in Obese, Overweight, and Normal-Weight Children. *Turk. J. Med. Sci.* **2016**, *46*, 443–450. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
17. Ortega, F.B.; Ruiz, J.R.; Castillo, M.J. Physical Activity, Physical Fitness, and Overweight in Children and Adolescents: Evidence from Epidemiologic Studies. *Endocrinol. Nutr.* **2013**, *60*, 458–469. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
18. Brown, D.M.Y.; Dudley, D.A.; Cairney, J. Physical Literacy Profiles Are Associated with Differences in Children's Physical Activity Participation: A Latent Profile Analysis Approach. *J. Sci. Med. Sport* **2020**, *23*, 1062–1067. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
19. Wittekind, S.G.; Powell, A.W.; Opatowsky, A.R.; Mays, W.W.; Knecht, S.K.; Rivin, G.; Chin, C. Skeletal Muscle Mass Is Linked to Cardiorespiratory Fitness in Youth. *Med. Sci. Sport. Exerc.* **2020**, *52*, 2574–2580. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
20. Brown, D.E.; Katzmarzyk, P.T.; Gotshalk, L.A. Physical Activity Level and Body Composition in a Multiethnic Sample of School Children in Hawaii. *Ann. Hum. Biol.* **2018**, *45*, 244–248. [[CrossRef](#)]
21. Stoner, L.; Pontzer, H.; Barone Gibbs, B.; Moore, J.B.; Castro, N.; Skidmore, P.; Lark, S.; Williams, M.A.; Hamlin, M.J.; Faulkner, J. Fitness and Fatness Are Both Associated with Cardiometabolic Risk in Preadolescents. *J. Pediatr.* **2020**, *217*, 39–45.e1. [[CrossRef](#)]
22. Simon, C.; Kellou, N.; Dugas, J.; Platat, C.; Copin, N.; Schweitzer, B.; Hausser, F.; Bergouignan, A.; Lefai, E.; Blanc, S. A Socio-Ecological Approach Promoting Physical Activity and Limiting Sedentary Behavior in Adolescence Showed Weight Benefits Maintained 2.5 Years after Intervention Cessation. *Int. J. Obes.* **2014**, *38*, 936–943. [[CrossRef](#)]
23. Carl, J.; Barratt, J.; Töpfer, C.; Cairney, J.; Pfeifer, K. How Are Physical Literacy Interventions Conceptualized?—A Systematic Review on Intervention Design and Content. *Psychol. Sport Exerc.* **2022**, *58*, 102091. [[CrossRef](#)]
24. Edwards, L.C.; Bryant, A.S.; Keegan, R.J.; Morgan, K.; Jones, A.M. Definitions, Foundations and Associations of Physical Literacy: A Systematic Review. *Sport. Med.* **2017**, *47*, 113–126. [[CrossRef](#)]
25. Sum, R.K.W.; Cheng, C.-F.; Wallhead, T.; Kuo, C.-C.; Wang, F.-J.; Choi, S.-M. Perceived Physical Literacy Instrument for Adolescents: A Further Validation of PPLL. *J. Exerc. Sci. Fit.* **2018**, *16*, 26–31. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
26. Cairney, J.; Dudley, D.; Kwan, M.; Bulten, R.; Kriellaars, D. Physical Literacy, Physical Activity and Health: Toward an Evidence-Informed Conceptual Model. *Sport. Med.* **2019**, *49*, 371–383. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
27. Lang, J.J.; Chaput, J.-P.; Longmuir, P.E.; Barnes, J.D.; Belanger, K.; Tomkinson, G.R.; Anderson, K.D.; Bruner, B.; Copeland, J.L.; Gregg, M.J.; et al. Cardiorespiratory Fitness Is Associated with Physical Literacy in a Large Sample of Canadian Children Aged 8 to 12 Years. *BMC Public Health* **2018**, *13*, 1041. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
28. Kanellopoulou, A.; Notara, V.; Antonogeorgos, G.; Chrissini, M.; Rojas-Gil, A.P.; Kornilaki, E.N.; Lagiou, A.; Panagiotakos, D.B. Inverse Association Between Health Literacy and Obesity Among Children in Greece: A School-Based, Cross-Sectional Epidemiological Study. *Health Educ. Behav.* **2021**, *49*, 109019812098294. [[CrossRef](#)]

29. Caldwell, H.A.T.; Di Cristofaro, N.A.; Cairney, J.; Bray, S.R.; MacDonald, M.J.; Timmons, B.W. Physical Literacy, Physical Activity, and Health Indicators in School-Age Children. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 5367. [[CrossRef](#)]
30. Mendoza-Muñoz, M.; Barrios-Fernández, S.; Adsuar, J.C.; Pastor-Cisneros, R.; Risco-Gil, M.; García-Gordillo, M.Á.; Carlos-Vivas, J. Influence of Body Composition on Physical Literacy in Spanish Children. *Biology* **2021**, *10*, 482. [[CrossRef](#)]
31. Cole, T.J. Establishing a Standard Definition for Child Overweight and Obesity Worldwide: International Survey. *BMJ* **2000**, *320*, 1240. [[CrossRef](#)]
32. Rolland-Cachera, M.F.; Cole, T.J.; Sempé, M.; Tichet, J.; Rossignol, C.; Charraud, A. Body Mass Index Variations: Centiles from Birth to 87 Years. *Eur. J. Clin. Nutr.* **1991**, *45*, 13–21.
33. Quinart, S. *Validation D'outils Adaptés Pour L'évaluation de L'endurance Cardiorespiratoire Chez L'adolescent Obèse*; Institut de Veille Sanitaire: Villeteuse, France, 2015.
34. Léger, L.A.; Mercier, D.; Gadoury, C.; Lambert, J. The Multistage 20 Metre Shuttle Run Test for Aerobic Fitness. *J. Sport. Sci.* **1988**, *6*, 93–101. [[CrossRef](#)]
35. Guedes, D.P.; Lopes, C.C. Validação da versão brasileira do Youth Risk Behavior Survey 2007. *Rev. Saúde Pública* **2010**, *44*, 840–850. [[CrossRef](#)]
36. Troped, P.J.; Wiecha, J.L.; Fragala, M.S.; Matthews, C.E.; Finkelstein, D.M.; Kim, J.; Peterson, K.E. Reliability and Validity of YRBS Physical Activity Items among Middle School Students. *Med. Sci. Sport. Exerc.* **2007**, *39*, 416–425. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
37. Unité de Surveillance et D'épidémiologie Nutritionnelle (USEN). *Étude Nationale Nutrition Santé, (ENNS, 2006)—Situation Nutritionnelle en France en 2006 Selon les Indicateurs D'objectif et les Repères du Programme National Nutrition Santé (PNNS)*; Institut de Veille Sanitaire Université de Paris: Paris, France.
38. Sum, R.K.W.; Ha, A.S.C.; Cheng, C.F.; Chung, P.K.; Yiu, K.T.C.; Kuo, C.C.; Yu, C.K.; Wang, F.J. Construction and Validation of a Perceived Physical Literacy Instrument for Physical Education Teachers. *PLoS ONE* **2016**, *11*, e0155610. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
39. Gandrieau, J.; Dieu, O.; Potdevin, F.; Derigny, T.; Schnitzler, C. Validation of the French Perceived Physical Literacy Instrument for Emerging Adults—Contributing Evidence for the Concept of Physical Literacy. *J. Exerc. Sci. Fit.* **2022**. Unpublished Manuscript.
40. Liu, Y.; Chen, S. Physical Literacy in Children and Adolescents: Definitions, Assessments, and Interventions. *Eur. Phys. Educ. Rev.* **2021**, *27*, 96–112. [[CrossRef](#)]
41. Van Dyck, D.; Barnett, A.; Cerin, E.; Conway, T.L.; Esteban-Cornejo, I.; Hinckson, E.; Rubin, L.; Rush, E.; Baron-Epel, O.; Cain, K.L.; et al. Associations of Accelerometer Measured School- and Non-School Based Physical Activity and Sedentary Time with Body Mass Index: IPEN Adolescent Study. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **2022**, *19*, 85. [[CrossRef](#)]
42. Xu, Y.; Mei, M.; Wang, H.; Yan, Q.; He, G. Association between Weight Status and Physical Fitness in Chinese Mainland Children and Adolescents: A Cross-Sectional Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 2468. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
43. Bremer, E.; Graham, J.D.; Bedard, C.; Rodriguez, C.; Kriellaars, D.; Cairney, J. The Association Between PLAYfun and Physical Activity: A Convergent Validation Study. *Res. Q. Exerc. Sport* **2020**, *91*, 179–187. [[CrossRef](#)]
44. Tabara, Y.; Setoh, K.; Kawaguchi, T.; Matsuda, F. Skeletal Muscle Mass Index Is Independently Associated with All-Cause Mortality in Men: The Nagahama Study. *Geriatr. Gerontol. Int.* **2022**, *22*, 956–960. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
45. Abramowitz, M.K.; Hall, C.B.; Amodu, A.; Sharma, D.; Androga, L.; Hawkins, M. Muscle Mass, BMI, and Mortality among Adults in the United States: A Population-Based Cohort Study. *PLoS ONE* **2018**, *13*, e0194697. [[CrossRef](#)]
46. Kesic, M.G.; Savicevic, A.J.; Peric, M.; Gilic, B.; Zenic, N. Specificity of the Associations between Indices of Cardiovascular Health with Health Literacy and Physical Literacy: A Cross-Sectional Study in Older Adolescents. *Medicina* **2022**, *58*, 1316. [[CrossRef](#)]
47. Michou, M.; Panagiotakos, D.B.; Costarelli, V. Low Health Literacy and Excess Body Weight: A Systematic Review. *Cent. Eur. J. Public Health* **2018**, *26*, 234–241. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
48. Kuruvilla, S.; Bustreo, F.; Kuo, T.; Mishra, C.; Taylor, K.; Fogstad, H.; Gupta, G.R.; Gilmore, K.; Temmerman, M.; Thomas, J.; et al. The Global Strategy for Women's, Children's and Adolescents' Health (2016–2030): A Roadmap Based on Evidence and Country Experience. *Bull. World Health Organ.* **2016**, *94*, 398–400. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
49. Gammon, C.; Pfeiffer, K.A.; Kazanis, A.; Ling, J.; Robbins, L.B. Cardiorespiratory Fitness in Urban Adolescent Girls: Associations with Race and Pubertal Status. *J. Sport. Sci.* **2017**, *35*, 29–34. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

**Disclaimer/Publisher's Note:** The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

### 3.2.1 Synthèse de l'étude 2 et introduction à l'étude 3

L'étude 2 "Perceived physical literacy is associated with cardiorespiratory fitness, body composition and physical activity levels in secondary school students" a été menée sur 85 adolescents du collège Marracq (Bayonne, France) en classe de 6ème. Cet échantillon correspond aux 4 classes de 6ème ayant participé au projet CAPACITES 64. Avec ces résultats, nous avons vu que dans notre population cible (adolescents du collège Marracq), la LPP était associée aux APMV et aux indicateurs de santé choisis, à savoir la composition corporelle (% MG et % MMS) et la CCR. La variable APMV a également médié la relation entre la LPP et CCR et LPP et %MSS ce qui signifie que les APMV peuvent en partie expliquer la relation entre la LPP et le %MSS et la relation entre la LPP et la CCR.

Les adolescents avec les niveaux de LPP les plus importants sont donc ceux ayant les APMV les plus élevés et les indicateurs de santé les plus favorables. A l'inverse, des adolescents peuvent être considérés comme à risques. En effet, un adolescent ayant une LP faible, semble être corrélé au fait d'avoir un % MG élevé, un % MMS faible et des APMV faibles.

Notre étude est la première à analyser les relations entre la LPP et ces indicateurs chez des adolescents collégiens français. Nos résultats sont concordants avec ceux retrouvés dans la littérature scientifique pour d'autres populations. En effet, plusieurs études récentes ont retrouvé des associations entre la LP et les NAP (Belanger et al., 2018; Caldwell et al., 2020) ainsi qu'entre la LP et différents indicateurs de santé chez les adolescents (composition corporelle, CCR, tension artérielle et profil lipidique) (Kesic et al., 2022; Lang et al., 2018). Cependant, ces résultats pourraient être renforcés par une étude corrélationnelle avec un échantillon plus large notamment pour les adolescents en situation de surpoids et d'obésité (seulement 11 sur 85 adolescents dans cette étude).

Les conclusions de l'étude 2 nous amènent à expérimenter un développement de la LP pour augmenter les APMV et dans l'amélioration de la santé des adolescents. Pour cela, nous allons réaliser une phase interventionnelle (phase 2) dans le projet CAPACITES 64. Cette intervention aura donc pour but le développement de la LP chez des adolescents en surpoids et obésité

pour augmenter leur NAPQ et améliorer leur santé. Les adolescents en situation de surpoids et d'obésité sont un public prioritaire dans la promotion de l'AP et possèdent un niveau faible de LP (Mendoza-Muñoz et al., 2021; Paponetti et al., 2023).

Le protocole d'évaluation présent dans l'étude 2 nous a donc permis d'identifier les adolescents susceptibles de participer à notre étude interventionnelle parmi la population cible de 85 adolescents.

Les critères de repérage pour l'inclusion des adolescents à l'étude interventionnelle étaient les suivants :

- Une situation de surpoids ou d'obésité (IMC > seuil IOTF 25) (Cole & Lobstein, 2012) et des APMV parmi les 25% les plus faibles (1<sup>er</sup> quartile) et/ou une CRR parmi les 25% les plus faibles (1<sup>er</sup> quartile)
- Un % MG parmi les 25% les plus élevés (4<sup>ème</sup> quartile) et des APMV parmi les 25% les plus faibles (1<sup>er</sup> quartile) et/ou une CRR parmi les 25% les plus faibles (1<sup>er</sup> quartile)

Grâce à ces critères, 23 adolescents ont été repérés. Au total, 14 familles ont répondu favorablement à l'intervention (Phase 2). Une réunion d'information entre les différents acteurs du projet et les familles a été réalisée en juin 2021.

L'intervention du projet CAPACITES 64 a débuté en septembre 2021.

### 3.3 Etude 3. Les effets d'une intervention basée sur la littératie physique pour augmenter les niveaux d'activité physique et améliorer les indicateurs de santé chez les adolescents en situation de surpoids et obésité (CAPACITES 64)

---

Récemment, le concept de littératie physique (PL) est apparu comme un concept clé pour promouvoir un comportement actif et améliorer les indicateurs de santé chez les adolescents. Les adolescents en surpoids et obèses ont un faible niveau d'activité physique (AP), une faible capacité cardiorespiratoire et un pourcentage de graisse corporelle (%BF) élevé. Cependant, le développement du PL dans l'intérêt de l'amélioration de la santé n'a jamais été étudié chez les adolescents en surpoids et obèses. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'impact d'une intervention développant la PL chez les adolescents en surpoids et obèses afin d'augmenter leur (AP) et d'améliorer leur santé. L'étude était une étude interventionnelle prospective, à un seul bras et non randomisée. L'intervention regroupe différentes actions d'AP et d'éducation alimentaire dans différents milieux de vie des adolescents. L'étude s'est déroulée sur une période de 9 mois avec deux temps de collecte de données (0 ; +9 mois) et a mesuré l'indice de masse corporelle (IMC) et le score IMC z, le %BF et la masse musculaire squelettique (%SMM), modérés à- Activité physique d'intensité vigoureuse (APMV) par accélérométrie, CRF, ainsi que PL par l'outil CAPL-2. Treize adolescents



(âgés de 11,7 ( $\pm$  1,09) ans) ont amélioré leurs scores PL (+8,3 ( $\pm$  9,3) pts ;  $p \leq 0,01$ ). Score z IMC ( $-0,3$  ( $\pm 0,3$ ),  $p \leq 0,01$ ), leur %BF ( $-3,8$  ( $\pm 4,9$ ) ;  $p \leq 0,01$ ), leur CRF (+1,5 ( $\pm 1,7$ ) mL·min·kg<sup>-1</sup> ;  $p \leq 0,01$ ), et leur MVPA (+4,6 ( $\pm 13,7$ ) min/jour ;  $p = 0,36$ ). Lancer des interventions multidimensionnelles pour développer la PL chez les adolescents en surpoids et obèses peut être une perspective prometteuse pour permettre une augmentation de leur MVPA et améliorer leur santé à long terme. Des études interventionnelles contrôlées randomisées à plus long terme sont nécessaires pour confirmer ces résultats.

Cette étude a fait l'objet d'une publication :



Nezondet, C.; Gandrieau, J.; Bourrelier, J.; Nguyen, P.; Zunquin, G. The Effectiveness of a Physical Literacy-Based Intervention for Increasing Physical Activity Levels and Improving Health Indicators in Overweight and Obese Adolescents (CAPACITES 64). *Children* **2023**, *10*, 956, doi:[10.3390/children10060956](https://doi.org/10.3390/children10060956).

Cette étude a fait l'objet d'une communication orale :

Charlie Nezondet, Joseph Gandrieau, Julien Bourrelier, Phillippe Nguyen et Gautier Zunquin (2022). The effectiveness of a physical literacy-based intervention for increasing physical activity levels and improving health indicators in overweight adolescents (CAPACITES 64). Communication orale. Journées d'études Francophones d'Activité Physique Adaptée, Nantes, France.

Article

# The Effectiveness of a Physical Literacy-Based Intervention for Increasing Physical Activity Levels and Improving Health Indicators in Overweight and Obese Adolescents (CAPACITES 64)

Charlie NezonDET<sup>1</sup>, Joseph Gandrieau<sup>2,3</sup> , Julien Bourrelrier<sup>4</sup>, Philippe Nguyen<sup>5</sup> and Gautier Zunquin<sup>1,\*</sup> 

- <sup>1</sup> Laboratoire Mouvement, Equilibre, Performance, Santé (MEPS), Université de Pau et des Pays de l'Adour, Campus Montaury, EA 4445, 64600 Anglet, France; charlie.nezonDET@univ-pau.fr
  - <sup>2</sup> L'unité de Recherche Pluridisciplinaire Sport, Santé, Société (URPSSS), Université de Lille, URL 7369, 59000 Lille, France; joseph.gandrieau@univ-cotedazur.fr
  - <sup>3</sup> Laboratoire Motricité Humaine Expertise Sport Santé (LAMHESS), UPR 6312, 06000 Nice, France
  - <sup>4</sup> Cognition, Action et Plasticité Sensorimotrice, INSERM UMR 1093, Université UFR STAPS Bourgogne, 21000 Dijon, France; julien.bourrelrier@gmail.com
  - <sup>5</sup> Département "Unité Transversale des Activités Physiques pour la Santé" (UTAPS), Centre Hospitalier de la Côte Basque (CHCB), 64100 Bayonne, France; pnguyen@ch-cotebasque.fr
- \* Correspondence: g.zunquin@univ-pau.fr; Tel.: +33-0667225991



Citation: NezonDET, C.; Gandrieau, J.; Bourrelrier, J.; Nguyen, P.; Zunquin, G. The Effectiveness of a Physical Literacy-Based Intervention for Increasing Physical Activity Levels and Improving Health Indicators in Overweight and Obese Adolescents (CAPACITES 64). *Children* **2023**, *10*, 956. <https://doi.org/10.3390/children10060956>

Academic Editor: Antonis Kambas

Received: 20 April 2023

Revised: 19 May 2023

Accepted: 23 May 2023

Published: 27 May 2023



Copyright © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstract:** Recently, the concept of Physical Literacy (PL) has emerged as a key concept for promoting active behavior and improving health indicators in adolescents. Overweight and obese adolescents have a low level of Physical Activity (PA), low cardiorespiratory capacity, and high Body Fat percentage (%BF). However, the development of PL in the interest of health improvement has never been studied in overweight and obese adolescents. The objective of this study was to evaluate the impact of an intervention developing PL in overweight and obese adolescents in order to increase their (PA) and improve their health. The study was a prospective, single-arm, non-randomized interventional study. The intervention brings together different actions in PA and dietary education in different adolescent living environments. The study took place over a 9-month period with two data collection times (0; +9 months) and measured Body Mass Index (BMI) and BMI z score, %BF and Skeletal Muscle Mass (%SMM), Moderate-to-Vigorous intensity Physical Activity (MVPA) by accelerometry, CRF, as well as PL by the CAPL-2 tool. Thirteen adolescents (age 11.7 ( $\pm 1.09$ ) years old) improved their PL scores (+8.3 ( $\pm 9.3$ ) pts;  $p \leq 0.01$ ). BMI z score ( $-0.3 (\pm 0.3)$ ,  $p \leq 0.01$ ), their %BF ( $-3.8 (\pm 4.9)$ ;  $p \leq 0.01$ ), their CRF ( $+1.5 (\pm 1.7)$  mL·min<sup>-1</sup>·kg<sup>-1</sup>;  $p \leq 0.01$ ), and their MVPA ( $+4.6 (\pm 13.7)$  min/day;  $p = 0.36$ ). Initiating multidimensional interventions to develop PL in overweight and obese adolescents may be a promising prospect to enable an increase in their MVPA and improve their long-term health. Longer-term randomized controlled interventional studies are needed to confirm these findings.

**Keywords:** intervention; physical activity; physical literacy; adolescent; body composition; cardiorespiratory fitness

## 1. Introduction

Adolescence is a critical stage in attempting to shape sustainable salutogenic health behaviors [1]. Indeed, Physical Activity (PA) behaviors in adolescence appear to determine future PA behaviors in adulthood [2]. Moreover, PA provides many benefits in adolescents: improvement of CRF, cardio-metabolic health indicators (blood pressure, fasting blood glucose . . . ), improvement of cognitive functions and learning, and improvement of quality of life and mental health [3–5]. Yet, the finding of international epidemiological studies on PA levels is alarming. 80% of youths under the age of 18 are considered inactive: not meeting the PA guidelines of 60 min of Moderate to Vigorous intensity PA (MVPA) per

day [6]. This chronic Physical Inactivity (PI) has serious cardiometabolic consequences for adolescents' health [7,8].

Among all adolescents, those who are overweight and obese are vulnerable and should be a priority target for health promotion and PA. Pediatric overweight and obesity affect 26.7% of European boys and 22.9% (including obesity) of girls aged 10–19 years [9]. The main cause of pediatric obesity is an energy imbalance, which in turn is conditioned by an individual genetic risk interacting with different environmental determinants [10]. These determinants form the “obesogenic environment” [11]. PI is one of the main environmental determinants favoring the development of this pathology [12]. Indeed, overweight and obese adolescents spend an average of 22.4 min per day less than normal-weighted adolescents engaging in MVPA [13]. This PI is partly due to their high Body Fat (BF) leading to early fatigability and excessive muscle recruitment of the knee extensors [14], lower CardioRespiratory Fitness (CRF), and higher energy cost on the exercise. Lower levels of motor skills and lower physical fitness than their normal-weighted adolescents also explain the lower PA levels in overweight and obese adolescents. [13,15–17]. Psychological and motivational parameters such as a low sense of self-efficacy towards PA and decreased intrinsic PA motivation are also determinants explaining low PA levels [18–20].

Taking into account the specificities of overweight and obese adolescents regarding PA, improving the health of these adolescents through interventions that increase active behavior is, therefore, a priority. [21]. Indeed, PA has many medium- and long-term physical and psychosocial benefits for this population [22,23]. PA interventions should be adapted as best as possible to target the characteristics of this population while adhering to specific PA guidelines [24].

Based on these guidelines [24], PA interventions are now recognized as providing benefits for overweight and obese adolescents. Multi-strategy interventions based on changing different behaviors (PA and diet) provide superior benefits for this population compared with a PA intervention alone [25–27]. These multi-strategy interventions are based on the social-ecological model, which maximizes the success of these interventions by developing actions at different levels and settings for adolescents (individual, interpersonal, environmental . . . ) [28–30]. From an individual perspective, adapted exercise appears to be the most frequently mobilized lever of action in the out-of-school setting for overweight and obese adolescents [31,32]. Combined with out-of-school exercise, the school setting offers many opportunities for the implementation of actions to increase active behavior [33–35]. In addition to the out-of-school and school environments, household and family environments are crucial levers to help adolescents change their PA habits [33,34].

Nevertheless, the various PA support intervention for overweight and obese adolescents implemented in the literature still have heterogeneous and not always conclusive results, particularly on body composition and PA levels [26,36].

The development of new long-term intervention strategies, therefore, remains a research challenge [31] and a necessity in the clinical support of overweight and obese adolescents.

Recently, the concept of Physical Literacy (PL) [37] opened up interesting perspectives for action in favor of the health of this vulnerable public. PL is defined as “the motivation, confidence, physical competence, knowledge and understanding to value and take responsibility for engagement in physical activities for life” [38]. PL is considered a pertinent theoretical model for lifelong engagement in PA for health [39]. This model built on four interrelated domains: physical competence (physical domain), confidence-motivation (affective domain), knowledge- understanding (cognitive domain) and social participation (behavioral domain) [40] is beginning to be positively associated with health indicators [39]. An association exists between PL and MVPA [41,42] between PL and sedentary behaviors [43], between PL and CRF [44], and between PL and exercise tolerance [45]. Relationships between PL and body composition were also found, as well as a negative association with %BF and Body Mass Index (BMI) and a positive association with skeletal muscle mass (SMM) [19]. PL is also associated with motivation and self-perception toward PA [46]. PL is beginning to emerge in PA promotion interventions and is bringing the first

benefits of PL development to health indicators [47–49]. However, an intervention based on PL development in overweight and obese adolescents has never been specifically designed. Yet, PL and its components have all the characteristics to meet the needs of this public [50].

This study presents the results of an intervention developing PL in overweight and obese adolescents. The main objectives were as follows:

- Develop PL among adolescents;
- Increase MVPA and improve health indicators (body composition and CRF) among overweight and obese adolescents.

The hypothesis is that a PA intervention based on PL development would increase MVPA and health indicators in overweight and obese adolescents.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Study Design and Procedure

The project CAPACITES 64 was a prospective interventional study with a single arm and was not randomized. It took place at Marracq (a secondary school in the city of Bayonne, France) in association with the Centre Hospitalier de la Côte Basque (CHCB) and its medical department “Unité Transversale des Activits Physiques pour la Santé” (UTAPS).

The intervention was organized at Marracq secondary school with the agreement of the Head of the school. The intervention as well as the evaluations were carried out by the first author of this study, a graduate in adapted exercise.

The program “CAPACITES 64” took place from September 2021 to June 2022. The different measures were collected at the baseline in September 2021 (T0) and 9 months later in June 2022 to evaluate the effects of the intervention (T1). A flowchart summarizes the study design in Figure 1.

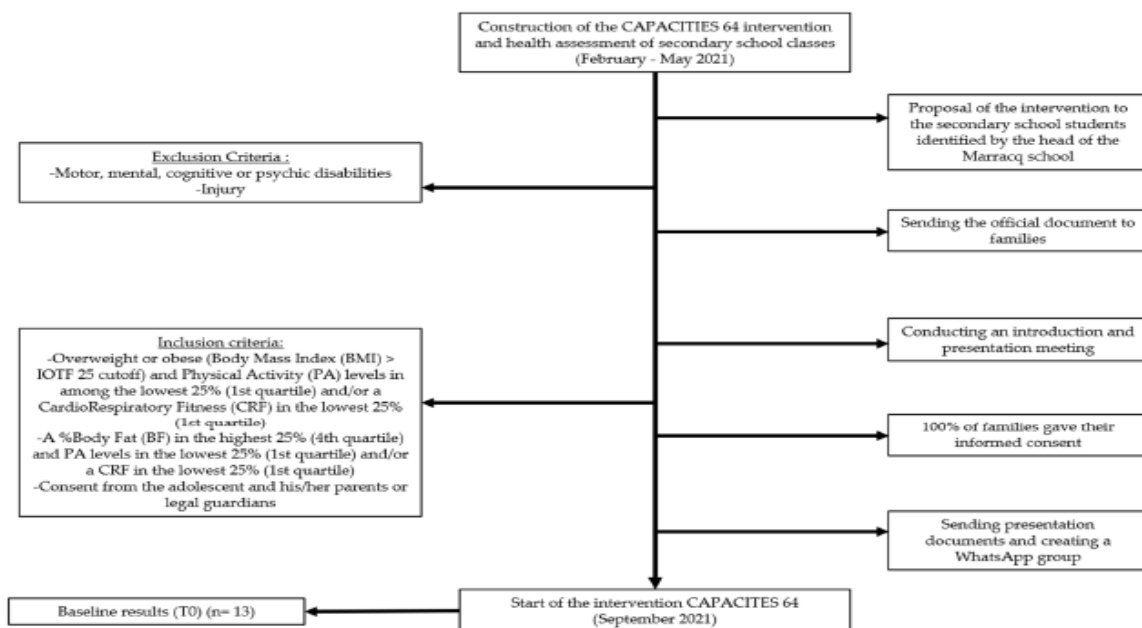


Figure 1. Study design of the CAPACITES 64 project.

Both the parents or legal guardians and the adolescents consented to participation and data collection, before taking part in the study. All intervention procedures were approved by the French Research Ethics Committee of the Sciences and Techniques of Physical and Sports Activities (CER STAPS n° IRB00012476-2023-20-02-233).

## 2.2. Participant Recruitment Process

Participants for this intervention were recruited from the baseline sample (4 volunteer sixth-grade classes at Marracq Middle School ( $n = 85$ )) found in the study by Nezon-det et al. [51].

Different indicators were used to assess the health of this sample:

- Anthropometric data (height, weight, BMI);
- Impedance measurement (%BF and %SMM);
- CRF using the 20 m walk/shuttle run test (TMNA-20) [52];
- PA levels using the Youth Risk Behavior Surveillance System (YRBSS) questionnaire [53].

Following the health assessment ( $n = 85$ ), we were able to identify adolescents who could participate in intervention on the following inclusion criteria:

- Overweight or obese status (BMI > International Obesity Task Force (IOTF 25) cut-off) [54] and PA levels in among the lowest 25% (1st quartile) and/or CRF in the lowest 25% (first quartile);
- A %BF in the highest 25% (4th quartile) and PA levels in the lowest 25% (1st quartile) and/or a CRF in the lowest 25% (first quartile);
- Consent from the adolescent and his/her parents or legal guardians.

Non-inclusion criteria were as follows:

- Motor, mental, cognitive, or psychic disabilities in adolescents;
- An injury.

Thirteen adolescents were therefore identified based on these criteria. The educational team of the school included the head of the school and physical education and sports teachers, who proposed this intervention to the adolescents and their families with an official letter.

Of the 13 adolescents included, 9 were boys (69%) and 4 girls (31%). They were 11.7 ( $\pm 1.09$ ) years old at the beginning of the intervention and 12.5 ( $\pm 1.0$ ) years old at +9 months. Eleven out of twelve variables contained the entire sample ( $n = 13$ ), and only the MVPA variable contained eleven out of thirteen individuals.

## 2.3. Description of the Intervention CAPACITES 64

CAPACITES 64 is an educational and therapeutic intervention targeting overweight, obese, and inactive middle school students. The intervention aims to: (1) develop PL, (2) increase MVPA and (3) improve health indicators (BMI and BMI z score, %BF, %SMM and VO<sub>2</sub>peak).

Based on the social-ecological model, this intervention acts in different adolescent settings:

- In school;
- Out-of-school (e.g., a sports gymnasium);
- In adolescents' household environments [30].

The different modalities of the intervention were designed in accordance with national and international guidelines for PA and nutrition (Table 1) [24,55].

**Table 1.** Guidelines in PA for overweight and obese adolescents. The «Physical activity guidelines» table was adapted from O’Malley and Thivel [24].

Age	Type	Time	Benefits
5 to 17 years old	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Moderate-to-Vigorous intensity Physical Activity (MVPA) including activities to promote bone health (jumping, running . . . )</li> <li>– active transportation, organized and nonorganized PA, games, physical education, and other activities at home, school, work, and in the community.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– At least 60 min per day</li> <li>– At least 3 times/ week</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Promote concentration and learning</li> <li>– Build bone and muscles</li> <li>– Improve movement skills and coordination</li> <li>– Improve balance</li> <li>– Maintain body mass and improve health</li> <li>– Encourage self-confidence and develop social skills</li> <li>– Improve mental health and well-being</li> </ul>

MVPA: Moderate-to-Vigorous Physical Activity; PA: Physical Activity.

### 2.3.1. Specific Actions to Develop PL and Increase PA

Recent research shows us that the use of specific actions in PA is essential for the development of PL [39,56]. Key guidelines are to develop motor skills in the context of structured and unstructured games, build strength and endurance through fun activities, and find activities that adolescents enjoy participating in. In using PA, it is fundamental to develop intrinsic motivation and confidence as well as knowledge and understanding [56].

- (a) For the out-of-school activities, two weekly sessions of adapted exercise were programmed every Wednesday (3:00–5:00 pm) and Friday (5:00–6:00 pm) during the whole intervention. A total of 69 sessions were made. These sessions took place in a sports gymnasium and were supervised by an adapted exercise professional. The sessions were based on an exercise plan that respected the main criteria of adaptation, respect for the load, and progression [57].

The development of motor skills was designed using the “PLAY skills” tool from “Canadian sport for life” [58]. There are 18 motor skills classified into 5 categories: running, locomotor, object control upper body, object control lower body and balance, stability, and body control. For example: “standing and stooping”, “kicking”, “hitting with an object”, “jumping”, and “throwing over”. A typical out-of-school adapted exercise session is detailed in Table 2.

**Table 2.** Organization of a typical session.

Organization of a Adapted Exercise Session	
Warm-up	Modalities: Time: 5 to 10 min—intensity between 50 and 70% maximum Heart Rate (HR max) Construction: 100% in the form of games with intensity progression (from 50% to 70% HRmax). Guidance according to work in the body of the session (aerobic, muscular . . . )
Session	Modalities: Time: 40 to 50 min—Intensity: between 50 and 90% HR max. Principle of intermittent exercise with high periods at 90% HRmax and low periods at 50% HRmax. The work at the target HR zones is controlled with a heart rate monitor. Construction: <ul style="list-style-type: none"> <li>– 60% (30 min) in the form of traditional games (“pass to 10”, “rabbit hunter”) or structured activities (“handball”, “hockey . . .”) with an aerobic focus. Change in the practice environment: outdoor, indoor, in the air</li> <li>– 40% (15 min) in the form of an exercise circuit to develop more specific motor skills, to work on muscle strengthening, coordination, or balance. For the exercise circuit, the intensity is 5–6 on the Rating of Perceived Exertion (RPE) scale (Borg CR10) [59]</li> </ul>

**Table 2.** *Cont.*

Organization of a Adapted Exercise Session	
Rest	Modalities: 5 to 10 min Construction: Time for exchange on the session: perception, feelings, and transmission of information

Min: minute; HR max: maximum Heart Rate.

During adapted exercise sessions, several strategies have been used to develop motivation and confidence in adolescents [60,61]:

- The positive influence of peers (e.g., creating a homogeneous group with similar physical characteristics);
- setting short-, medium-, and long-term goals (e.g., regular review of goals);
- making it possible to achieve success (e.g., adapting practice to the level of each individual);
- sessions based on fun and non-structured play rather than sport competition;
- positive feedback on the gain of intrinsic skills (e.g., showing the new success of an exercise).

Associated with the adapted exercise sessions, 4 education workshops were organized during the 9 months. These workshops allowed adolescents to increase their knowledge and understanding of PA.

Parents or legal guardians were invited to attend these educational workshops. These 30 min workshops covered the following topics: the definition and guidelines of PA, the benefits of PA, managing a PA schedule, and how to increase daily movements.

(b) At the school level, two main actions were implemented:

Two sessions of “health promotion” using posters provided by the library. These posters, on the theme of health promotion, were a way to bring knowledge to the adolescents.

Health promotion action was conducted around the social sphere of adolescents; 3 awareness sessions with 7 teachers were introduced in 9 months. The three themes addressed were PA, diet, and sedentary behavior in adolescents, and the relationship between these behaviors and health. After a knowledge introduction by an adapted exercise professional, the teachers had to reflect on how to address and integrate these behaviors and information into their teaching. The teachers were able to express themselves on the actions done with the adolescents in relation to AP and dietary. The school’s actions were designed for all the teenagers in the secondary school.

(c) At the family and household level:

An initial interview and assessment were conducted at the beginning and end of the intervention between the adapted exercise professional and the family. The aim of the semi-directive interview was to know the characteristics of the adolescent and the family (availability, organization, problems) as well as the expectations in relation to the project (objectives of the adolescent . . . ). At home, a specific environment to promote physical activity was defined in order to perpetuate the exercises and situations seen during the physical activity sessions. A practical kit was made available to all adolescents and their families: the “moving” card game (18 cards showing several illustrated stretching, strengthening, and endurance exercises with their basic number of sets and repetitions), a personalized dice (usable with the cards) and a kit of three balls. Independently, each adolescent and his or her family were given a new opportunity to perform fun exercises with individual coaching for several months. This in-home approach allows for greater involvement and understanding of the adolescent’s family.

### 2.3.2. Specific Dietary Actions

The diet-specific actions had two objectives: to reduce weekly consumption of sugar-sweetened beverages and Ultra-Processed Foods [62,63].

The dietary activities were developed and carried out in accordance with the dietary recommendations for this population [64]. They were supervised by a registered dietician-nutritionist.

Individual and collective actions, for the out-of-school, school, and home environments have been implemented. Among the main ones, we can mention:

- Hands-on educational cooking workshops in the school kitchens;
- Educational workshops on nutrition (similar to those on PA);
- Individual consultation with the adolescent and their family based on the dietary diagnosis;
- An individual follow-up on the diet of the adolescent and their family in the form of monthly exchanges (setting and reaching objectives);
- Awareness-raising of the adolescent's teachers (similar to the awareness-raising on PA).

Results regarding dietary assessments are not presented in this article because we were interested in PL and its impacts on PA and health.

### 2.4. Anthropometric Data

Height was measured to the nearest 0.5 cm using a wall height gauge (Seca®, Ham-bourg, Germany) according to the standard procedure: adolescents stood with their feet together, without shoes, leaning against a wall with head, shoulders, and feet aligned. The body mass was measured to the nearest 0.5 kg with a bioelectric impedance (BC 430 MA S TANITA, Hoogoorddreef 56E1101 Amsterdam, Netherlands). The weighing was carried out in minimal clothing (t-shirt, shorts, and socks).

Underweight, overweight, and obese individuals were classified according to the IOTF age and gender BMI cutoffs [54]:

- Underweight is characterized by a BMI < the IOTF threshold 17;
- Normal weight corresponds to a BMI between the IOTF 17 and 25 thresholds;
- Being overweight corresponds to a BMI between the IOTF of 25 and 30;
- Obesity corresponds to a BMI > the IOTF 30 threshold and severe obesity to a BMI > the IOTF 35 threshold.

### 2.5. Body Composition Measurement

The body composition was measured with the professional bioelectrical impedance "BC 430 MA S TANITA", Hoogoorddreef 56E1101 Amsterdam, The Netherlands). The measurement protocol was standardized and explained to each individual. The adolescent dressed in light clothing (shorts and t-shirt) without shoes or socks stood on the scale sensors. The adolescent had to remain motionless, with his or her arms outstretched during the data collection. The protocol was performed before the PA sessions. All measurements were taken on the same morning. No vigorous or intense PA was performed 12 h before the test. Adolescents had an empty bladder and had not consumed alcohol or caffeinated beverages for at least 24 h before testing. The results (rate (kg)) and %BF and SMM were then provided by the "Health monitor TANITA PRO" software (version 3.4.5).

### 2.6. Measurement of CRF by the 20 m Shuttle Walk/Run Test (TMNA-20)

The CRF was assessed by the CRF on the adapted 20 m shuttle run/walk test (TMNA-20) [52]. This test is an adapted version of the "Multistage 20-m shuttle run test" [65]. The aim of this test is to run continuously on a track with two blocks at each end, 20 m apart. The adolescent begins the test by walking at a speed of 4 km/h, then every minute the speed increases by 0.5 km/h until the adolescent stops voluntarily. The test is interrupted at the adolescent's request or by the educator if the adolescent is no longer able to keep to the speed requested by the test tape. When the test is stopped, the Maximum Aerobic



Speed reached (VMA) by the adolescent is estimated. The cardiorespiratory condition is then estimated as a correlation between the VMA (km/h) and the aerobic capacity ( $\text{mL}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ ). A mathematical formula is then used:  $(19.66 + (2.21 \times \text{VMA}) + (0.05 \times \text{age}) + (2.08 \times \text{girl (0) or boy (1)}) - (0.38 \times \text{BMI}))$ .

2.7. Measurement of PA Levels

PA levels were assessed and recorded using Actigraph GT3X+ accelerometers (Acti-Graph™, Pensacola, FL, USA) and Actilife software (version 6.13.4), which are valid and reliable tools for recording and measuring PA levels in adolescents [66,67].

Adolescents wore the accelerometer on a belt at their hips for 7–10 days. The accelerometers were set to record 30 Hz accelerations. The accelerometer data were then downloaded in 1s epochs, visually inspected, and processed with the following procedures. To validate a period of accelerometer wear, we used Troiano’s parameters [68] with a period of non-wear classified as 60 min or more of zero counts. In addition, only participants who wore the accelerometer for at least 3 days and at least 10 h per day were included in the statistics [67,69]. PA levels specific data (Cut point and MVPA) were calculated using [70]. Data above 2296 counts/min define MVPA.

2.8. Measurement of PL

Adolescents’ PL was measured by the Canadian Assessment of PL Second Edition (CAPL-2). This tool is one of the first comprehensive protocols to assess the various components of PL [71], the use of the CAPL-2 is valid and reliable in an adolescent population [19]. The score assessment is divided into 4 domains that when added together form a final PL score out of 100 points: Daily Behavior, Physical Competence, Motivation and Confidence, and Knowledge and Understanding. The different assessments present in the 4 domains are described in Figure 2.

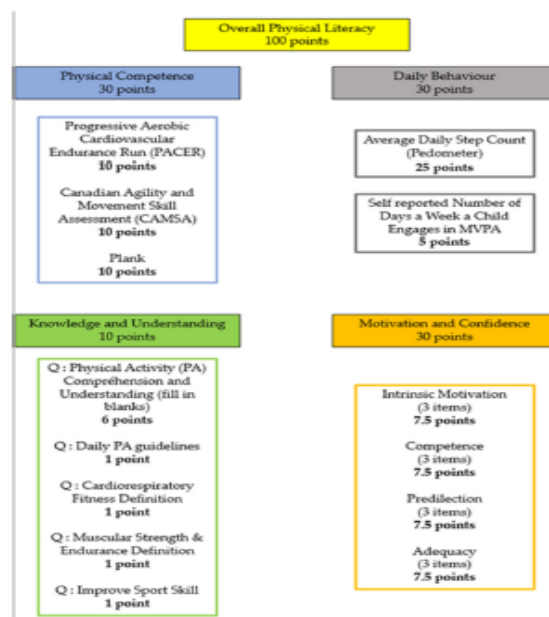


Figure 2. A detailed figure of the point system in PL evaluation from the instruction manual (CAPL-2).

According to their score, gender, and age, adolescents are classified into 4 different levels: Beginning, Progressing, Achieving, and Excelling. The “Beginning” level means that the adolescents have a limited and insufficient PL level compared to youth of the same age and gender. The “progressing” level means that the adolescents are performing at a similar level to the youth of the same age and gender (an average level). The “achieving” and “excelling” levels mean that the adolescents meet or exceed the recommended PL level [71].

### 2.9. Statistical Analysis

All statistical analyses were carried out with Statistica (version 7.1). The mean, standard deviation, median, and distribution of the data were calculated for each variable: Age, BMI, %BF, %SMM, maximal aerobic speed ( $V_{max}$  km/h),  $VO_{2peak}$  ( $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ), PL score (pts), MVPA (min/day).

The normality of each variable was tested using the Shapiro-Wilk test. A  $p$ -value  $\leq 0.05$  was chosen for statistical significance.

Correlation matrices are used to determine the relationships of the different variables: BMI, %BF, %SMM,  $VO_{2peak}$  ( $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ), MVPA in baseline (T0), and post-intervention (T1). The correlation coefficient ( $r$ ) will be used to quantify the strength of the linear relationship between the variables. Statistical significance is indicated by a  $p$ -value  $\leq 0.05$ .

A linear trend line was used to illustrate the correlation between PL and MVPA at baseline (T0) and after 9 months (T1).

The impact of the intervention at 9 months is indicated by gross mean and percentage data (T1–T0). The Wilcoxon nonparametric rank test for matched groups was used to compare data. A  $p$ -value  $\leq 0.05$  was chosen for statistical significance.

## 3. Results

### 3.1. Baseline Results (T0) and Impact of the Intervention at 9 Months on the Group of Adolescents (T1)

Baseline characteristics at pre-intervention (T0) and 9 months (T1) showing the impact of the intervention are presented in Table 3. The following sample had a mean age of 11.7 ( $\pm 1.09$ ) years old at T0 and 12.5 ( $\pm 1.0$ ) years old at +9 months.

Between T0 and T1 the total PL score increased by 8.3 ( $\pm 9.3$ ) points (51.5 to 59.8) equivalent to 16% ( $p \leq 0.01$ ). If we analyze in detail each PL domain assessed by the CAPL-2 tool, we find a significant positive impact of the intervention for the domains of “physical competence” + 4.1 ( $\pm 4.1$ ) points equivalent to 35.5% improvement ( $p \leq 0.01$ ) and “knowledge and understanding” + 2.5 ( $\pm 2.3$ ) points equivalent to 45% improvement ( $p \leq 0.01$ ). The domains of “daily behavior” and “motivation and confidence” were also improved with the intervention but not significantly (respectively: +1.0 ( $\pm 5.9$ ) points equivalent to 12.8% improvement ( $p = 0.5$ ) and +0.7 ( $\pm 3.8$ ) point equivalent to 2.9% improvement ( $p = 0.7$ )).

The development of PL was expected to improve health indicators and increase MVPA. Regarding health indicators, the 9 months of intervention significantly increased  $V_{max}$  by 0.5 km/h ( $\pm 0.7$ ) equivalent to 5.7% ( $p = 0.03$ ), and  $VO_{2peak}$  by 1.5  $mL \cdot min \cdot kg^{-1}$  ( $\pm 1.7$ ) equivalent to 4.8% ( $p \leq 0.01$ ) in the adolescents group. Anthropometric and body composition data were also improved by the intervention, %BF decreased by 3.8% ( $\pm 4.9$ ) ( $p \leq 0.01$ ). %SMM increased by 2.2% ( $\pm 2.8$ ) ( $p \leq 0.01$ ).

BMI showed a small non-significant decrease  $-0.9$  ( $\pm 1.5$ ) ( $p = 0.07$ ) equivalent to a 3.7% loss. However, the BMI z score decreased significantly by  $-0.3$  ( $\pm 0.3$ ) ( $p \leq 0.01$ ) equivalent to a 16.4% decrease. MVPA increased by 4.6 min/day ( $\pm 13.7$ ) equivalent to 8.5% for adolescents but not significantly ( $p = 0.36$ ).

**Table 3.** Baseline characteristics of adolescents (mean ± standard deviation) and impact of 9 months of intervention (T1).

Characteristics (n = 13)	Baseline (T0)	Post Intervention 9 Months (T1)	Gross Difference	Difference in %	p-Value (p ≤ 0.05)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	26.4 (±5.5)	25.5 (±5.1)	−0.9 (±1.5)	96.7	0.07
BMI z score	2.0 (±0.8)	1.7 (±0.9)	−0.3 (±0.3)	83.6	≤0.01 **
SMM (%)	39.5 (±4.9)	41.7 (±4.4)	2.2 (±2.8)	105.4	≤0.01 **
BF (%)	30.1 (±8.7)	26.3 (±7.8)	−3.8 (±4.9)	87.4	≤0.01 **
Vmax (km/h)	8.7 (±1.5)	9.2 (±1.6)	0.5 (±0.7)	105.7	0.03 *
VO2peak (mL·min·kg <sup>−1</sup> )	30.9 (±4.4)	32.4 (±4.6)	1.5 (±1.7)	104.8	≤0.01 **
MVPA (min/day)	53.8 (±12.9)	58.4 (20.8)	4.6 (±13.7)	108.5	0.4
PL (CAPL-2)					
Total score PL	51.5 (±14.1)	59.8 (±18.2)	8.3 (±9.3)	116.2	≤0.01 **
Score in the «physical competence»	11.7 (±7.9)	15.9 (±7.8)	4.1 (±4.1)	135.5	≤0.01 **
Score in the «daily behavior»	11.9 (±5.0)	12.9 (±7.0)	1.0 (±5.9)	112.8	0.5
Score in the «knowledge and understanding»	5.6 (±2.0)	8.2 (±1.9)	2.5 (±2.3)	145.0	≤0.01 *
Score in the «motivation and confidence»	22.2 (±4.8)	22.9 (±4.6)	0.7 (±3.8)	102.9	0.7

BMI: Body Mass Index; SMM: Skeletal Muscle Mass; BF: Body Fat; Vmax: Maximum aerobic speed; VO2peak: maximum oxygen volume; MVPA: Moderate to Vigorous-intensity Physical Activity; PL: Physical Literacy; \* p-value ≤ 0.05; \*\* p-value ≤ 0.01.

### 3.2. Correlation Matrix between Variables at T0 and T1

A correlation matrix presents the associations between the different variables at baseline (T0) and at 9 months post-intervention (T1) (Table 4).

**Table 4.** Correlation matrices between baseline (T0) and 9-month post-intervention (T1) data collection between PL, body composition data, CRF, and MVPA.

Baseline T0	PL	MVPA	VO2peak	%BF	%SMM
PL (points)		0.39	0.83 **	−0.41	0.41
MVPA (min/day)	0.39		0.31	−0.16	0.16
VO2peak (mL·min·kg <sup>−1</sup> )	0.83 **	0.31		−0.72 *	0.72 *
%BF	−0.41	−0.16	−0.72 *		−0.99 **
%SMM	0.41	0.16	0.72 *	−0.99 **	
T1	PL	MVPA	VO2pic	%BF	%SMM
PL (points)		0.76 **	0.91 **	−0.37	0.37
MVPA (min/day)	0.76 **		0.81 **	−0.33	0.33
VO2peak (mL·min·kg <sup>−1</sup> )	0.91 **	0.81 **		−0.61 *	0.61 *
%BF	−0.37	−0.33	−0.61 *		−1.00 **
%SMM	0.37	0.33	0.61 *	−1.00 **	

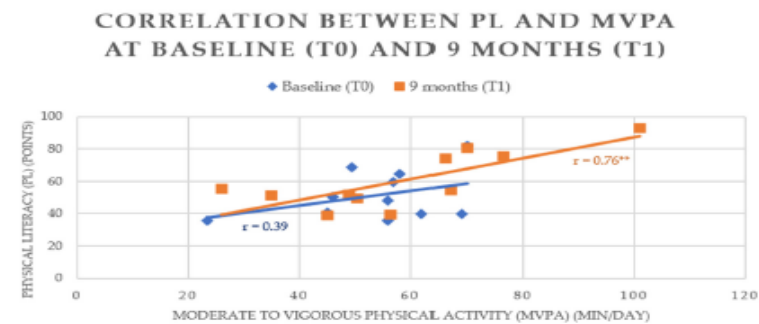
SMM: Skeletal Muscle Mass; BF: Body Fat; VO2peak: maximum oxygen volume; MVPA: Moderate to Vigorous-intensity Physical Activity; PL: Physical Literacy. \* p value ≤ 0.05; \*\* p value ≤ 0.01.

During the different data collection periods, VO2peak shows a significant positive correlation with %SMM (p ≤ 0.05) and a significant negative correlation with %BF (p ≤ 0.05). This demonstrates that VO2peak is strongly associated with body composition data (%SMM and %BF) and that when VO2peak increases %SMM increases and %BF decreases.

The relationship between PL score and VO2peak is also positive at T0 and T1 (p ≤ 0.01). This means that the PL score is strongly associated with VO2peak and when the

PL score increases, VO<sub>2</sub>peak also increases. In contrast to baseline results (T0) ( $r = 0.31$ ), the MVPA variable and VO<sub>2</sub>peak are associated at 9 months (T1) ( $r = 0.81$ ;  $p \leq 0.01$ ).

Regarding the correlation between PL and MVPA, the two variables were not correlated at baseline (T0) ( $r = 0.39$ ). After 9 months of intervention (T1) we find a positive correlation between PL and MVPA ( $r = 0.76$ ;  $p \leq 0.01$ ) (Figure 3). These results show that at baseline (T0) PL and MVPA were not linked to each other and that at 9 months (T1) PL and MVPA values tend to increase together.



**Figure 3.** Correlation between PL and MVPA at baseline (T0) and 9 months (T1). \*\*  $p$ -value  $\leq 0.01$ .

#### 4. Discussion

The aim of this study was to evaluate the effectiveness of an intervention based on the development of PL to increase MVPA and improve health indicators in overweight and obese adolescents. This is the first study to expose the effectiveness of an intervention to increase PL in overweight and obese secondary school students. Indeed, through the preliminary results at 9 months, the average PL score of the secondary school students increased by 16% ( $p \leq 0.01$ ). Increased PL scores resulted in a 5% ( $p \leq 0.01$ ) improvement in VO<sub>2</sub>peak, a 2.2% ( $\pm 2.8$ ) ( $p \leq 0.01$ ) increase in %SMM, and a 3.8% ( $\pm 4.9$ ) ( $p \leq 0.01$ ) decrease in %BF. However, increasing the mean PL level did not significantly increase MVPA (+4.6 min/day ( $\pm 13.7$ );  $p = 0.36$ ).

##### 4.1. Development of PL

To improve and maintain good health in adolescents over the long term, the first aim was to make them more physically active by increasing their PA levels [26]. To achieve this, many interventions that meet specific guidelines were implemented [24,72]. Yet, results on increasing PA levels and improving health indicators are still heterogeneous due to a lack of long-term follow-up as well as support that does not always target all the needs of overweight and obese adolescents [36].

There is a need to explore new strategies for PA intervention with this population, the integration of the new PL concept is warranted and necessary [50,73].

The results of this study confirm the interest of an intervention in the development of PL. Indeed, after the 9 months of intervention, the average total score of PL assessed by the CAPL-2 tool increased from 51.5 to 59.8 out of 100, an increase of 8.3 ( $\pm 9.3$ ) points ( $p \leq 0.01$ ). With the interpretation of the CAPL-2 total score, the group of adolescents moved from the “beginning” level (mean score < 51.9) to the “progressing” level (51.9 < mean score < 69.6). If we look at the results according to the different components of PL, we can see the most important improvements in the “physical competence” score with an increase of 4.1 ( $\pm 4.1$ ) out of 30 points (11.7 to 15.9) and a shift from the “beginning” level to the “progressing” level. The “Knowledge and understanding” component increased by 2.5 ( $\pm 2.3$ ) points out of a total score of 10 points (5.6 to 8.2), which means a shift from the “progressing” level to the “successful” level. Smaller improvements in “daily behavior” component

(+1 ( $\pm 5.9$ ) point and maintained in “progressing” level) and in “motivation and confidence” component (+0.7 ( $\pm 3.8$ ) points and maintained in “progressing” level) were found.

The different improvements obtained in the PL domains are explicable. Indeed, the domain “motivation and confidence” is evaluated through a self-reported questionnaire which leads to a complex perception of this domain by adolescents. [74]. Moreover, the high initial level of adolescents (22/30 points) may explain the low increase in this domain.

In scientific literature, results on interventions aimed at developing PL are still recent. Indeed, the study by Kwan et al. [49] on 65 students in the transition to university showed an improvement in PL scores for the intervention group but these results did not show statistical significance ( $p = 0.06$ ). The meta-analysis by Carl et al. [47] also concludes that there is a development of PL through interventions. Conversely, in the study by Li et al. [74] carried out on elementary school children, we found a significant improvement in the PL score in its “physical competence” and “knowledge and understanding” components in both intervention groups. The comparison of our results with the scientific literature shows that the improvement of PL after an intervention is a variable according to the public and their initial level of PL. In overweight and obese adolescents, this type of intervention shows significant results both statistically and clinically. This intervention allowed to move the group from a “beginning” level meaning a limited and unsatisfactory PL level to an average “progressing” level meaning a PL level in the mean of people of their age.

#### 4.2. Effect of PL Development on Body Composition and Anthropometric Data

Body composition assessment by %BF and %SMM are markers of health in overweight and obese adolescents. We know that keeping a high SMM and low BF during childhood and adolescence is predictive of better metabolic health in adulthood [75]. Regarding PL and body composition, we knew that high PL was associated with low BF and high SMM [19]. However, no study has evaluated the impact of increased PL on body composition.

The effects of the intervention at 9 months reduced the average %BF from 30.1% to 26.3% of total body mass. The study by Ogden et al. [76] compares, between 1999 and 2004, the % of BF without intervention in children and adolescents aged between 6 and 19 years old. They find a constant evolution of the % of BF in girls between 11 and 13 years old (+0% ( $\pm 0.7$ )). In contrast, between 11 and 13 years old, the % of BF in boys decreased slightly (−1.8% ( $\pm 0.7$ )).

The same intervention increased the %SMM from 39.5 to 41.7% of the adolescents' total body mass. If we take the initial average body mass ( $T_0$ ) of the sample which is 64.5 kg, the average BF was 20.2 kg and the average SMM was 25.1 kg. At 9 months of intervention, the mean body mass was 67 kg with a mean BF of 18.1 kg and an SMM of 27.7 kg.

These results are in agreement with the meta-analysis by Soare et al. [72] which shows a mean reduction of 7% in BF and a mean increase of 7% in lean body mass on interventional PA studies targeted at overweight and obese 5–17 year old.

Regarding anthropometric data, this intervention did not significantly improve the adolescents' BMI (−0.9 kg/m<sup>2</sup> ( $\pm 1.5$ );  $p = 0.07$ ). However, the BMI z score was significantly improved (−0.3 ( $\pm 0.3$ )  $p = 0.003$ ), which means that the average BMI of the adolescents was nearer to the average BMI of adolescents of their age (IOTF standards). The improvement in %SMM and decrease in %BF remains superior to the improvement in BMI in terms of metabolic health for overweight and obese adolescents [75]. Especially since the numerous meta-analyses studying the effect of PA on BMI yield heterogeneous and non-robust results [26,77].

#### 4.3. Effect of PL Development on CRF

In 9 months of intervention, their mean VO<sub>2</sub>peak increased by 1.5 mL·min·kg<sup>−1</sup> ( $\pm 1.7$ ) from 30.9 to 32.4 mL·min·kg<sup>−1</sup>. This average improvement was concretely demonstrated with the increase of one step in the TMNA-20 test (+0.5 km/h VMA) [52]. This result is confirmed by the interventional study by Kwan et al. [49] who studied the effectiveness of a program developing PL on 65 students in secondary school. PL development

increased CRF in the intervention group ( $+1.84 \text{ mL}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) in contrast to the control group ( $-0.24 \text{ mL}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Maintaining or increasing CRF ( $\text{VO}_{2\text{peak}}$ ) in overweight or obese adolescents is a protective health parameter [78]. Indeed, better levels of CRF are associated with cardiometabolic protective factors such as lower blood pressure as well as a better lipid profile [79,80].

A PA intervention based on the development of PL, therefore, improves CRF. In overweight and obese adolescents, the improvement in CRF is not due to an increase in maximal oxygen consumption during exercise but to a change in body composition directly implicated in the measurement of CRF [16]. Indeed, baseline and post-intervention correlational analysis show that %BF and  $\text{VO}_{2\text{peak}}$  showed a negative association and %SMM and  $\text{VO}_{2\text{peak}}$  showed a positive association during T0 and T1. This means that %BF and %SMM are strongly correlated with  $\text{VO}_{2\text{peak}}$ .

Therefore, the development of PL allows decreasing the %BF and increasing the %SMM, which have a direct impact on the improvement of the CRF measured during a practical field test.

#### 4.4. Effect of PL Development on MVPA

This intervention based on PL development was expected to increase MVPA. Indeed, PA mediates the relationship between PL and health indicators [45]. Furthermore, Cairney et al. [39] stated that PA and PL were directly related due to the fact that these two components develop in a reciprocal manner. To confirm this, some interventional studies find an increase in MVPA after an intervention based on PL development. The Physical Education and Physical Literacy (PEPL) program [81] show an increase in MVPA of 5.7 min ( $p \leq 0.05$ ) in 318 fifth-grade students (age 10.4 years  $\pm 0.4$ ). Regarding this study, MVPA did not increase significantly ( $+4.6 \text{ min/day}$  ( $\pm 13.7$ );  $p = 0.36$ ) between the two assessment times.

The non-significance of these results may be due to the characteristics of our sample, as well as an important standard deviation of our results but also to the limitations of the accelerometer used for measuring MVPA [82]. Despite the non-significance of the increase in MVPA, this result remains clinically significant because it shows that an intervention developing PL can avoid the decline in MVPA encountered during adolescence. [83]. Two studies, one on adolescents and another on university students, confirm this conclusion. When failing to significantly increase MVPA, an intervention based on the development of PL makes it possible to avoid the decline in PA behavior in adolescents [49,84].

The correlation matrix brings us information about the correlation between PL and MVPA. Indeed, on the baseline results (T0) we do not find any correlation between these two variables ( $r = 0.39$ ). After 9 months of intervention (T1), a strong positive correlation appears between PL and MVPA ( $r = 0.76$ ;  $p \leq 0.01$ ). This correlation showing strength between PL and MVPA data after intervention could provide an answer to the evolution of MVPA after intervention on PL development in this population.

#### 4.5. Correlation between PL and MVPA

Correlation analysis between PL and MVPA at baseline (T0) and after intervention (+9 months (T1)) provides results on the evolution of the relationship between these two variables. We can see that these two variables were not correlated with T0 but were positively correlated with T1. Because of the increase in the average PL score with the intervention (+8.3 points), we can suppose that the PL variable is related to the MVPA variable only after a certain threshold of PL score. This would explain the non-correlation between PL and MVPA at T0 and its correlation at T1. This hypothesis is supported by several studies found in the literature [43,45]. Indeed, these studies show that the PL variable is correlated with MVPA with population samples with high PL scores (e.g., 63.6 ( $\pm 10.5$ ) points on the total PL score (CAPL-2)) [43].

For the intervention, the hypothesis that PL is related to MVPA above a certain threshold of PL score could partly explain the non-significantly results of the impact of the intervention on MVPA improvement ( $+4.6 \text{ min/day}$  ( $\pm 13.7$ );  $p = 0.36$ ). Indeed, low initial

PL scores in overweight and obese adolescents may have been a barrier to increasing MVPA with this intervention. At 9 months, PL development intervention does not appear to be sufficient to develop MVPA in overweight and obese adolescents with the lowest levels of PL and MVPA but may have an impact on increasing MVPA when adolescents already have some level of PL. Longer-term intervention and follow-up are needed to determine the effect of PL development on active behavior of adolescents with the lowest PL scores.

This finding may help explain the difficulty in increasing MVPA with PA interventions in overweight and obese adolescents [36,85]. Their low level of PL score [86] could inhibit the increase of MVPA. For adolescents with the lowest baseline PL levels, the development of PL during 9 months does not seem to be sufficient to increase their MVPA levels. This can be explained in several ways: the adolescents with the lowest PL levels are also the least active. These less active adolescents have more individual barriers (lower motor skills and motivation) and environmental barriers (access to PA, parents' education, and lifestyle habits . . . ) to increasing their MVPA than do adolescents with higher PL and MVPA levels [87,88].

#### 4.6. Strengths and Limitations of the Study

This study presents strengths in the originality of its results as well as in the innovation of the accompaniment of the overweight and obese adolescents. Indeed, it is the first study to evaluate the impact of an intervention based on the development of PL in the increase of MVPA and the improvement of health in overweight and obese adolescents. This study answers one of the gaps in the literature, which is the possibility of implementing a long-term PL development intervention on a specific population [73].

Indeed, other interventional studies had investigated the impact of a PL-based intervention but only in a prevention setting with healthy university and school populations [49,74]. This study provides interventional results on the effect of a PL intervention in overweight and obese adolescents. These results add to the information from the only non-interventional study of PL and pediatric obesity. [50].

This study also presents a rigorous method regarding the evaluation of the different indicators. PL was assessed using one of the two most comprehensive assessment tools, the CAPL-2 tool [71]. Data related to MVPA and health indicators are collected and analyzed through reliable and valid methodologies namely accelerometer, bioelectrical impedance, and aerobic fitness test (TMNA-20) [52,67,89]. Although preliminary, these results are encouraging. Indeed, they suggest a promising strategy that PL development can increase active behaviors and improve certain health indicators in overweight and obese adolescents [81,84].

This study also has limitations. The first is that it is a single-arm, non-randomized study with no control group. This reduces the internal validity of the study. However, the single arm was decided for human and financial reasons. One of the perspectives to confirm its results will be to carry out a similar randomized controlled study. The second limitation is the characteristics of the sample. The sample was non-random, which presents a possible recruitment bias. In addition, a larger sample size will allow the results to be generalized to the entire overweight and obese adolescent population. The failure to control for biological parameters such as pubertal development and growth is also a limitation. These parameters directly influence adolescents' CRF but do not influence PL levels [90,91]. The last limitation involves the accelerometer tool. Wearing it was difficult for some adolescents, which led to a loss of data. Indeed, wearing it in a social context (school) sometimes causes discomfort and hinders data collection.

#### 5. Conclusions

This study suggests that initiating interventions to develop PL in overweight and obese adolescents is a promising strategy. Indeed, the first results at 9 months show an increase in PL scores, an increase in CRF and %SMM, and a decrease in %BF. In addition, the development of PL to avoid the decline of MVPA present in adolescence. This study

shows that having a sufficient PL score is essential to generate an increase in MVPA. In these overweight and obese adolescents, the goal of interventions could be to increase PL and then expect an increase in PA levels. The results of this pilot study are encouraging with the objective of maintaining active behavior throughout life in this population. However, longer-term results with a larger sample size are needed to determine the maintenance of the various health benefits for adolescents and possibly a greater impact on PA levels.

**Author Contributions:** Conceptualization, C.N., J.B., P.N. and G.Z.; paper initiative, C.N., J.G. and G.Z.; methodology, C.N., J.G., J.B. and G.Z.; data analysis, C.N. and J.G.; data curation, C.N.; management of the original project, C.N. and G.Z.; redaction, C.N., J.B. and J.G.; correction, J.G. and G.Z.; monitoring, G.Z. and P.N. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This research received no external funding.

**Institutional Review Board Statement:** The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki, and the protocol was approved by the French Research Ethics Committee of the Sciences and Techniques of Physical and Sports Activities (CER STAPS) (CER STAPS—n° IRB00012476-2023-20-02-233).

**Informed Consent Statement:** Parents signed a consent form agreeing to data collection for the project.

**Data Availability Statement:** The datasets used during the current study are available from the corresponding author upon reasonable request.

**Acknowledgments:** The CAPACITES 64 project was led by the Conseil Departemental des Pyrénées Atlantiques (64) in association with the Centre Hospitalier de la Côte Basque (CHCB); Unité Transversale des Activités Physiques pour la Santé (UTAPS) service and the Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA). The CAPACITES 64 project started in 2019 and will continue until 2024. It is located in France on the whole department of Pyrénées Atlantiques (64). This project is supported by the Conseil Departemental des Pyrénées Atlantiques (64). Its objective is to develop and transfer a program of accompaniment for schoolchildren in difficulty with regard to physical activity.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest. The CAPACITES 64 project organizers had no role in the design, execution, interpretation or writing of the study.

## References

1. Fleary, S.A.; Joseph, P.; Pappagianopoulos, J.E. Adolescent Health Literacy and Health Behaviors: A Systematic Review. *J. Adolesc.* **2018**, *62*, 116–127. [CrossRef]
2. Varma, V.R.; Dey, D.; Leroux, A.; Di, J.; Urbaneck, J.; Xiao, L.; Zipunnikov, V. Re-Evaluating the Effect of Age on Physical Activity over the Lifespan. *Prev. Med.* **2017**, *101*, 102–108. [CrossRef] [PubMed]
3. Mijalković, S.; Stanković, D.; Tomljanović, M.; Batez, M.; Grle, M.; Grle, I.; Brkljačić, I.; Jularić, J.; Sporiš, G.; Fišer, S.Ž. School-Based Exercise Programs for Promoting Cardiorespiratory Fitness in Overweight and Obese Children Aged 6 to 10. *Children* **2022**, *9*, 1323. [CrossRef] [PubMed]
4. Williams, C.F.; Bustamante, E.E.; Waller, J.L.; Davis, C.L. Exercise Effects on Quality of Life, Mood, and Self-Worth in Overweight Children: The SMART Randomized Controlled Trial. *Transl. Behav. Med.* **2019**, *9*, 451–459. [CrossRef]
5. de Greeff, J.W.; Bosker, R.J.; Oosterlaan, J.; Visscher, C.; Hartman, E. Effects of Physical Activity on Executive Functions, Attention and Academic Performance in Preadolescent Children: A Meta-Analysis. *J. Sci. Med. Sport* **2018**, *21*, 501–507. [CrossRef]
6. Guthold, R.; Stevens, G.A.; Riley, L.M.; Bull, F.C. Global Trends in Insufficient Physical Activity among Adolescents: A Pooled Analysis of 298 Population-Based Surveys with 1.6 Million Participants. *Lancet Child. Adolesc. Health* **2020**, *4*, 23–35. [CrossRef] [PubMed]
7. Carson, V.; Hunter, S.; Kuzik, N.; Gray, C.E.; Poitras, V.J.; Chaput, J.-P.; Saunders, T.J.; Katzmarzyk, P.T.; Okely, A.D.; Connor Gorber, S.; et al. Systematic Review of Sedentary Behaviour and Health Indicators in School-Aged Children and Youth: An Update. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **2016**, *41*, S240–S265. [CrossRef]
8. Faigenbaum, A.D.; MacDonald, J.P.; Straccolini, A.; Rebullido, T.R. Making a Strong Case for Prioritizing Muscular Fitness in Youth Physical Activity Guidelines. *Curr. Sport. Med. Rep.* **2020**, *19*, 530–536. [CrossRef]
9. WHO. *WHO European Regional Obesity: Report 2022*; World Health Organization, Regional Office for Europe: Copenhagen, Denmark, 2022; ISBN 978-92-890-5773-8.
10. Larqué, E.; Labayan, I.; Flodmark, C.-E.; Lissau, I.; Czernin, S.; Moreno, L.A.; Pietrobelli, A.; Widhalm, K. From Conception to Infancy—Early Risk Factors for Childhood Obesity. *Nat. Rev. Endocrinol.* **2019**, *15*, 456–478. [CrossRef]
11. Ang, Y.N.; Wee, B.S.; Poh, B.K.; Ismail, M.N. Multifactorial Influences of Childhood Obesity. *Curr. Obes. Rep.* **2013**, *2*, 10–22. [CrossRef]



12. Poitras, V.J.; Gray, C.E.; Borghese, M.M.; Carson, V.; Chaput, J.-P.; Janssen, I.; Katzmarzyk, P.T.; Pate, R.R.; Connor Gorber, S.; Kho, M.E.; et al. Systematic Review of the Relationships between Objectively Measured Physical Activity and Health Indicators in School-Aged Children and Youth. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **2016**, *41*, S197–S239. [[CrossRef](#)]
13. Raistenski, J.; Sidlauskienė, A.; Strukcinskiene, B.; Baysal, S.U.; Buckus, R. Physical Activity and Physical Fitness in Obese, Overweight, and Normal-Weight Children. *Turk. J. Med. Sci.* **2016**, *46*, 443–450. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Garcia-Vicencio, S.; Coudeyre, E.; Kluka, V.; Cardenoux, C.; Jegu, A.-G.; Fourot, A.-V.; Ratel, S.; Martin, V. The Bigger, the Stronger? Insights from Muscle Architecture and Nervous Characteristics in Obese Adolescent Girls. *Int. J. Obes.* **2015**, *40*, 245–251. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
15. Lee, C.K.; Sim, Y.K.; Lee, J.-H.; Yook, J.S.; Ha, S.-M.; Seo, E.C.; So, W.-Y.; Kim, H.R.; Jeong, W.-M.; Goo, B.O.; et al. The Relationship between Body Composition and Physical Fitness and the Effect of Exercise According to the Level of Childhood Obesity Using the MGPA Model. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 487. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
16. Mendelson, M.; Michallet, A.-S.; Estève, F.; Perrin, C.; Levy, P.; Wuyam, B.; Flore, P. Ventilatory Responses to Exercise Training in Obese Adolescents. *Respir. Physiol. Neurobiol.* **2012**, *184*, 73–79. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
17. Vega-Ramirez, L.; Pérez-Cañaveras, R.M.; De Juan Herrero, J. There Is an Inverse Correlation between Basic Motor Skills and Overweight in Schoolchildren Aged 8 to 12. *Children* **2021**, *8*, 1198. [[CrossRef](#)]
18. Gilic, B.; Malovic, P.; Sunda, M.; Maras, N.; Zenic, N. Adolescents with Higher Cognitive and Affective Domains of Physical Literacy Possess Better Physical Fitness: The Importance of Developing the Concept of Physical Literacy in High Schools. *Children* **2022**, *9*, 796. [[CrossRef](#)]
19. Mendoza-Muñoz, M.; Barrios-Fernández, S.; Adsuar, J.C.; Pastor-Cisneros, R.; Risco-Gil, M.; García-Gordillo, M.Á.; Carlos-Vivas, J. Influence of Body Composition on Physical Literacy in Spanish Children. *Biology* **2021**, *10*, 482. [[CrossRef](#)]
20. Power, T.G.; Ullrich-French, S.C.; Steele, M.M.; Daratha, K.B.; Bindler, R.C. Obesity, Cardiovascular Fitness, and Physically Active Adolescents' Motivations for Activity: A Self-Determination Theory Approach. *Psychol. Sport. Exerc.* **2011**, *12*, 593–598. [[CrossRef](#)]
21. Tully, L.; Arthurs, N.; Wyse, C.; Browne, S.; Case, L.; McCrea, L.; O'Connell, J.M.; O'Gorman, C.S.; Smith, S.M.; Walsh, A.; et al. Guidelines for Treating Child and Adolescent Obesity: A Systematic Review. *Front. Nutr.* **2022**, *9*, 902865. [[CrossRef](#)]
22. Cesa, C.C.; Molino, G.O.G.; Lima, J.; Pereira, R.B.; Eibel, B.; Barbiero, S.M.; Schaan, B.D.; Pellanda, L.C. Physical Activity and Cardiovascular Risk Factors in Children: A Meta-Analysis Update. *Int. J. Cardiovasc. Sci.* **2021**, *35*, 304–315. [[CrossRef](#)]
23. García-Hermoso, A.; Ramírez-Campillo, R.; Izquierdo, M. Is Muscular Fitness Associated with Future Health Benefits in Children and Adolescents? A Systematic Review and Meta-Analysis of Longitudinal Studies. *Sports Med.* **2019**, *49*, 1079–1094. [[CrossRef](#)]
24. O'Malley, G.; Thivel, D. *Physical Activity and Play in Children Who Are Obese*; European Childhood Obesity Group: Bruxelles, Belgium, 2015; p. 20.
25. Kornet-van der Aa, D.A.; Altenburg, T.M.; van Randerad-van der Zee, C.H.; Chinapaw, M.J.M. The Effectiveness and Promising Strategies of Obesity Prevention and Treatment Programmes among Adolescents from Disadvantaged Backgrounds: A Systematic Review: Preventing and Treating Adolescent Obesity. *Obes. Rev.* **2017**, *18*, 581–593. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
26. Mead, E.; Brown, T.; Rees, K.; Azevedo, L.B.; Whittaker, V.; Jones, D.; Olajide, J.; Mainardi, G.M.; Corpeleijn, E.; O'Malley, C.; et al. Diet, Physical Activity and Behavioural Interventions for the Treatment of Overweight or Obese Children from the Age of 6 to 11 Years. *Cochrane Database Syst. Rev.* **2017**, *2017*, CD012651. [[CrossRef](#)]
27. Psaltopoulou, T.; Tzanninis, S.; Ntanasis-Stathopoulos, I.; Panotopoulos, G.; Kostopoulou, M.; Tzanninis, I.-G.; Tsagianni, A.; Sergentanis, T.N. Prevention and Treatment of Childhood and Adolescent Obesity: A Systematic Review of Meta-Analyses. *World J. Pediatr.* **2019**, *15*, 350–381. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
28. Bauman, A.E.; Reis, R.S.; Sallis, J.F.; Wells, J.C.; Loos, R.J.; Martin, B.W. Correlates of Physical Activity: Why Are Some People Physically Active and Others Not? *Lancet* **2012**, *380*, 258–271. [[CrossRef](#)]
29. Brandes, B.; Busse, H.; Sell, L.; Christianson, L.; Brandes, M. A Scoping Review on Characteristics of School-Based Interventions to Promote Physical Activity and Cardiorespiratory Fitness among 6- to 10-Year-Old Children. *Prev. Med.* **2022**, *155*, 106920. [[CrossRef](#)]
30. Simon, C.; Kellou, N.; Dugas, J.; Platat, C.; Copin, N.; Schweitzer, B.; Hausser, F.; Bergouignan, A.; Lefai, E.; Blanc, S. A Socio-Ecological Approach Promoting Physical Activity and Limiting Sedentary Behavior in Adolescence Showed Weight Benefits Maintained 2.5 Years after Intervention Cessation. *Int. J. Obes.* **2014**, *38*, 936–943. [[CrossRef](#)]
31. Foster, C.; Moore, J.B.; Singletary, C.R.; Skelton, J.A. Physical Activity and Family-based Obesity Treatment: A Review of Expert Recommendations on Physical Activity in Youth. *Clin. Obes.* **2018**, *8*, 68–79. [[CrossRef](#)]
32. Hatfield, D.P.; Chomitz, V.R.; Chui, K.K.H.; Sackel, J.M.; Brown, A.A.; Economos, C.D. Impact of a Community-Based Physical Activity Program on Fitness and Adiposity Among Overweight and Obese Children. *Health Promot. Pract.* **2017**, *18*, 75–83. [[CrossRef](#)]
33. Ash, T.; Agaronov, A.; Young, T.; Aftosmes-Tobio, A.; Davison, K.K. Family-Based Childhood Obesity Prevention Interventions: A Systematic Review and Quantitative Content Analysis. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **2017**, *14*, 113. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
34. Lambrinou, C.-P.; Androustos, O.; Karaglani, E.; Cardon, G.; Huys, N.; Wikström, K.; Kivelä, J.; Ko, W.; Karuranga, E.; Tsochev, K.; et al. Effective Strategies for Childhood Obesity Prevention via School Based, Family Involved Interventions: A Critical Review for the Development of the Feel4Diabetes-Study School Based Component. *BMC Endocr. Disord.* **2020**, *20*, 52. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

35. Nathan, N.; Hall, A.; McCarthy, N.; Sutherland, R.; Wiggers, J.; Bauman, A.E.; Rissel, C.; Naylor, P.-J.; Craddock, A.; Lane, C.; et al. Multi-Strategy Intervention Increases School Implementation and Maintenance of a Mandatory Physical Activity Policy: Outcomes of a Cluster Randomised Controlled Trial. *Br. J. Sport. Med.* **2022**, *56*, 385–393. [\[CrossRef\]](#)
36. Nooijen, C.F.J.; Galanti, M.R.; Engström, K.; Möller, J.; Forsell, Y. Effectiveness of Interventions on Physical Activity in Overweight or Obese Children: A Systematic Review and Meta-Analysis Including Studies with Objectively Measured Outcomes: Physical Activity Interventions. *Obes. Rev.* **2017**, *18*, 195–213. [\[CrossRef\]](#)
37. Whitehead, M. The Concept of Physical Literacy. *Eur. J. Phys. Educ.* **2001**, *6*, 127–138. [\[CrossRef\]](#)
38. Whitehead, M. Physical Literacy and Physical Education: Conceptual Mapping. *Phys. Educ. Matters* **2006**, *1*, 6–9.
39. Cairney, J.; Dudley, D.; Kwan, M.; Bulten, R.; Kriellaars, D. Physical Literacy, Physical Activity and Health: Toward an Evidence-Informed Conceptual Model. *Sports Med.* **2019**, *49*, 371–383. [\[CrossRef\]](#)
40. Edwards, L.C.; Bryant, A.S.; Keegan, R.J.; Morgan, K.; Jones, A.M. Definitions, Foundations and Associations of Physical Literacy: A Systematic Review. *Sports Med.* **2017**, *47*, 113–126. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
41. Choi, J.; Park, J.; Kim, J.-E.; Kang, D.; Cho, S.; Chung, I.-J.; Shin, A.; Lee, M.; Choi, J.-Y. Socioecological Approach for Identifying the Determinants of Objectively Measured Physical Activity: A Prospective Study of the UK Biobank. *Prev. Med.* **2022**, *155*, 106949. [\[CrossRef\]](#)
42. Ma, R.-S.; Sum, R.K.-W.; Li, M.-H.; Huang, Y.; Niu, X.-L. Association between Physical Literacy and Physical Activity: A Multilevel Analysis Study among Chinese Undergraduates. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 7874. [\[CrossRef\]](#)
43. Belanger, K.; Barnes, J.D.; Longmuir, P.E.; Anderson, K.D.; Bruner, B.; Copeland, J.L.; Gregg, M.J.; Hall, N.; Kolen, A.M.; Lane, K.N.; et al. The Relationship between Physical Literacy Scores and Adherence to Canadian Physical Activity and Sedentary Behaviour Guidelines. *BMC Public Health* **2018**, *18*, 1042. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
44. Lang, J.J.; Chaput, J.-P.; Longmuir, P.E.; Barnes, J.D.; Belanger, K.; Tomkinson, G.R.; Anderson, K.D.; Bruner, B.; Copeland, J.L.; Gregg, M.J.; et al. Cardiorespiratory Fitness Is Associated with Physical Literacy in a Large Sample of Canadian Children Aged 8 to 12 Years. *BMC Public Health* **2018**, *18*, 1041. [\[CrossRef\]](#)
45. Caldwell, H.A.T.; Di Cristofaro, N.A.; Cairney, J.; Bray, S.R.; MacDonald, M.J.; Timmons, B.W. Physical Literacy, Physical Activity, and Health Indicators in School-Age Children. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 5367. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
46. Kozera, T.R. Physical Literacy in Children and Youth. Ph.D. Thesis, University of Manitoba, Winnipeg, MB, Canada, 2017.
47. Carl, J.; Barratt, J.; Töpfer, C.; Cairney, J.; Pfeifer, K. The Effectiveness of Physical Literacy Interventions: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sport Med* **2022**, *52*, 2965–2999. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
48. Coyne, P.; Vandeborn, E.; Santarossa, S.; Milne, M.M.; Milne, K.J.; Woodruff, S.J. Physical Literacy Improves with the Run Jump Throw Wheel Program among Students in Grades 4–6 in Southwestern Ontario. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **2019**, *44*, 645–649. [\[CrossRef\]](#)
49. Kwan, M.Y.W.; Li, Y.-C.; Cairney, J. Theory-Based Correlates of Physical Activity Among Children with Developmental Coordination Disorder: A Scoping Review. *Curr. Dev. Disord. Rep.* **2022**, *9*, 105–109. [\[CrossRef\]](#)
50. Paponetti, M.K.; Zwolski, C.; Porter, R.; Paterno, M.V. Leveraging the Construct of Physical Literacy to Promote Physical Activity for Youth with Obesity—A Qualitative Analysis of Physical Therapists’ Perceptions. *Obes. Pillars* **2023**, *5*, 100054. [\[CrossRef\]](#)
51. NezonDET, C.; Gandrieau, J.; Nguyen, P.; Zunquin, G. Perceived Physical Literacy Is Associated with Cardiorespiratory Fitness, Body Composition and Physical Activity Levels in Secondary School Students. *Children* **2023**, *10*, 712. [\[CrossRef\]](#)
52. Quinart, S. Validation d’outils Adaptés pour L’évaluation de L’endurance Cardiorespiratoire chez L’adolescent Obèse. Ph.D. Thesis, Université de Franche-Comte, Besançon, France, 2015.
53. Guedes, D.P.; Lopes, C.C. Validação da versão brasileira do Youth Risk Behavior Survey 2007. *Rev. Saúde Pública* **2010**, *44*, 840–850. [\[CrossRef\]](#)
54. Cole, T.J.; Lobstein, T. Extended International (IOTF) Body Mass Index Cut-Offs for Thinness, Overweight and Obesity: Extended International BMI Cut-Offs. *Pediatric Obesity* **2012**, *7*, 284–294. [\[CrossRef\]](#)
55. Haute Autorité de Santé. *Guide du Parcours de Soins: Surpoids et Obésité de L’enfant et de L’adolescent(e)*; HAS: Saint-Denis, France, 2022; p. 151.
56. Higgs, C.; Cairney, J.; Jurbala, P.; Dudley, D.; Way, R.; Mitchell, D.; Grove, J.; Verbeek, M.; Carey, A.; Ross-McManus, H.; et al. *Développer La Littérature Physique; Sport pour la vie*; Fort St John, BC, Canada, 2019; p. 108.
57. Liguori, G. *ACSM’s Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 11th ed.; Wolters Kluwer Santé: Sydney, Australia, 2022; ISBN 978-1-975150-18-1.
58. Stearns, J.; Wohlers, B.; Mchugh, T.-L.; Kuzik, N.; Spence, J. Reliability and Validity of the PLAY Fun Tool with Children and Youth in Northern Canada. *Meas. Phys. Educ. Exerc. Sci.* **2018**, *23*, 1–11. [\[CrossRef\]](#)
59. Borg, G.A. Psychophysical Bases of Perceived Exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* **1982**, *14*, 377–381. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
60. Howlett, N.; Trivedi, D.; Troop, N.A.; Chater, A.M. Are Physical Activity Interventions for Healthy Inactive Adults Effective in Promoting Behavior Change and Maintenance, and Which Behavior Change Techniques Are Effective? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Transl. Behav. Med.* **2019**, *9*, 147–157. [\[CrossRef\]](#)
61. Michie, S.; Richardson, M.; Johnston, M.; Abraham, C.; Francis, J.; Hardeman, W.; Eccles, M.P.; Cane, J.; Wood, C.E. The Behavior Change Technique Taxonomy (v1) of 93 Hierarchically Clustered Techniques: Building an International Consensus for the Reporting of Behavior Change Interventions. *Ann. Behav. Med.* **2013**, *46*, 81–95. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
62. James, J.; Kerr, D. Prevention of Childhood Obesity by Reducing Soft Drinks. *Int. J. Obes.* **2005**, *29*, S54–S57. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)

63. Neri, D.; Steele, E.M.; Khandpur, N.; Cediël, G.; Zapata, M.E.; Rauber, F.; Marrón-Ponce, J.A.; Machado, P.; Costa Louzada, M.L.; Andrade, G.C.; et al. Ultraprocessed Food Consumption and Dietary Nutrient Profiles Associated with Obesity: A Multicountry Study of Children and Adolescents. *Obes. Rev.* **2022**, *23*. [CrossRef]
64. Hoelscher, D.M.; Brann, L.S.; O'Brien, S.; Handu, D.; Rozga, M. Prevention of Pediatric Overweight and Obesity: Position of the Academy of Nutrition and Dietetics Based on an Umbrella Review of Systematic Reviews. *J. Acad. Nutr. Diet.* **2022**, *122*, 410–423.e6. [CrossRef]
65. Léger, L.A.; Mercier, D.; Gadoury, C.; Lambert, J. The Multistage 20 Metre Shuttle Run Test for Aerobic Fitness. *J. Sport. Sci.* **1988**, *6*, 93–101. [CrossRef]
66. Kwon, S.; Menezes, A.M.B.; Ekelund, U.; Wehrmeister, F.C.; Gonçalves, H.; da Silva, B.G.C.; Jarz, K.F. Longitudinal Change in Physical Activity and Adiposity in the Transition from Adolescence to Early Adulthood: The 1993 Pelotas Cohort Study. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **2022**, *19*, 83. [CrossRef]
67. Romanzini, M.; Petroski, E.L.; Ohara, D.; Dourado, A.C.; Reichert, F.F. Calibration of ActiGraph GT3X, Actical and RT3 Accelerometers in Adolescents. *Eur. J. Sport. Sci.* **2014**, *14*, 91–99. [CrossRef]
68. Troiano, R.P. Large-Scale Applications of Accelerometers: New Frontiers and New Questions. *Med. Sci. Sport. Exerc.* **2007**, *39*, 1501. [CrossRef]
69. Rich, C.; Geraci, M.; Griffiths, L.; Sera, F.; Dezateux, C.; Cortina-Borja, M. Quality Control Methods in Accelerometer Data Processing: Defining Minimum Wear Time. *PLoS ONE* **2013**, *8*, e67206. [CrossRef]
70. Evenson, K.R.; Catellier, D.J.; Gill, K.; Ondrak, K.S.; McMurray, R.G. Calibration of Two Objective Measures of Physical Activity for Children. *J. Sport. Sci.* **2008**, *26*, 1557–1565. [CrossRef]
71. Longmuir, P.E.; Gunnell, K.E.; Barnes, J.D.; Belanger, K.; Leduc, G.; Woodruff, S.J.; Tremblay, M.S. Canadian Assessment of Physical Literacy Second Edition: A Streamlined Assessment of the Capacity for Physical Activity among Children 8 to 12 Years of Age. *BMC Public Health* **2018**, *18*, 1047. [CrossRef] [PubMed]
72. Soare, R.; Brasil, I.; Monteiro, W.; Farinatti, P. Effects of Physical Activity on Body Mass and Composition of School-Age Children and Adolescents with Overweight or Obesity: Systematic Review Focusing on Intervention Characteristics. *J. Bodyw. Mov. Ther.* **2022**, *33*, 154–163. [CrossRef] [PubMed]
73. Carl, J.; Barratt, J.; Töpfer, C.; Cairney, J.; Pfeifer, K. How Are Physical Literacy Interventions Conceptualized? – A Systematic Review on Intervention Design and Content. *Psychol. Sport Exerc.* **2022**, *58*, 102091. [CrossRef]
74. Li, M.H.; Kaioglou, V.; Ma, R.S.; Choi, S.M.; Venetsanou, F.; Sum, R.K.W. Exploring Physical Literacy in Children Aged 8 to 12 Years Old: A Cross-Cultural Comparison between China and Greece. *BMC Public Health* **2022**, *22*, 2102. [CrossRef] [PubMed]
75. Chung, Y.L.; Rhie, Y.-J. Severe Obesity in Children and Adolescents: Metabolic Effects, Assessment, and Treatment. *J. Obes. Metab. Syndr.* **2021**, *30*, 326–335. [CrossRef]
76. Ogden, C.L.; Li, Y.; Freedman, D.S.; Borrud, L.G.; Flegal, K.M. Smoothed Percentage Body Fat Percentiles for U.S. Children and Adolescents, 1999–2004. *Natl. Health Stat. Rep.* **2011**, *43*, 1–7.
77. Guerra, P.H.; Nobre, M.R.C.; da Silveira, J.A.C.; de Aguiar Carrazedo Taddei, J.A. The Effect of School-Based Physical Activity Interventions on Body Mass Index: A Meta-Analysis of Randomized Trials. *Clinics* **2013**, *68*, 1263–1273. [CrossRef]
78. Stoner, L.; Pontzer, H.; Barone Gibbs, B.; Moore, J.B.; Castro, N.; Skidmore, P.; Lark, S.; Williams, M.A.; Hamlin, M.J.; Faulkner, J. Fitness and Fatness Are Both Associated with Cardiometabolic Risk in Preadolescents. *J. Pediatr.* **2020**, *217*, 39–45.e1. [CrossRef]
79. Brand, C.; Sehn, A.P.; Fochesatto, C.F.; de Castro Silveira, J.F.; Mota, J.; Gomez, D.M.; Gaya, A.R.; Reuter, C.P.; Renner, J.D.P. Body Fat Percentage, Cardiorespiratory Fitness and Arterial Blood Pressure in Children and Adolescents: A Longitudinal Analysis. *BMC Cardiovasc. Disord.* **2022**, *22*, 267. [CrossRef]
80. Lätt, E.; Mäestu, J.; Rääsk, T.; Jürimäe, T.; Jürimäe, J. Cardiovascular Fitness, Physical Activity, and Metabolic Syndrome Risk Factors among Adolescent Estonian Boys: A Longitudinal Study. *Am. J. Hum. Biol.* **2016**, *28*, 782–788. [CrossRef]
81. Telford, R.M.; Olive, L.S.; Keegan, R.J.; Keegan, S.; Barnett, L.M.; Telford, R.D. Student Outcomes of the Physical Education and Physical Literacy (PEPL) Approach: A Pragmatic Cluster Randomised Controlled Trial of a Multicomponent Intervention to Improve Physical Literacy in Primary Schools. *Phys. Educ. Sport. Pedagog.* **2021**, *26*, 97–110. [CrossRef]
82. Cain, K.L.; Sallis, J.F.; Conway, T.L.; Van Dyck, D.; Calhoun, L. Using Accelerometers in Youth Physical Activity Studies: A Review of Methods. *J. Phys. Act. Health* **2013**, *10*, 437–450. [CrossRef] [PubMed]
83. Currie, C.; Zanotti, C.; Morgan, A.; Currie, D.; de Looze, M.; Roberts, C.; Samdal, O.; Smith, O.R.; Barnekow, V. *Social Determinants of Health and Well-Being among Young People: Health Behaviour in School-Aged Children (HBSC) Study: International Report from the 2009/2010 Survey*; World Health Organization, Regional Office for Europe: Copenhagen, Denmark, 2012; ISBN 978-92-890-1423-6.
84. Belton, S.; McCarren, A.; McGrane, B.; Powell, D.; Issartel, J. The Youth-Physical Activity Towards Health (Y-PATH) Intervention: Results of a 24 Month Cluster Randomised Controlled Trial. *PLoS ONE* **2019**, *14*, e0221684. [CrossRef] [PubMed]
85. Vermeiren, E.; Bruyndonckx, L.; De Winter, B.; Verhulst, S.; Van Eyck, A.; Van Hoorenbeeck, K. The Effect of Weight Regain on Cardiometabolic Health in Children with Obesity: A Systematic Review of Clinical Studies. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* **2021**, *31*, 2575–2586. [CrossRef]
86. Delisle Nyström, C.; Traversy, G.; Barnes, J.D.; Chaput, J.-P.; Longmuir, P.E.; Tremblay, M.S. Associations between Domains of Physical Literacy by Weight Status in 8- to 12-Year-Old Canadian Children. *BMC Public Health* **2018**, *18*, 1043. [CrossRef] [PubMed]

87. Martins, J.; Costa, J.; Sarmiento, H.; Marques, A.; Farias, C.; Onofre, M.; Valeiro, M.G. Adolescents' Perspectives on the Barriers and Facilitators of Physical Activity: An Updated Systematic Review of Qualitative Studies. *Int. J. Env. Res. Public. Health* **2021**, *18*, 4954. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
88. Yen, C.-F.; Hsiao, R.C.; Ko, C.-H.; Yen, J.-Y.; Huang, C.-F.; Liu, S.-C.; Wang, S.-Y. The Relationships between Body Mass Index and Television Viewing, Internet Use and Cellular Phone Use: The Moderating Effects of Socio-Demographic Characteristics and Exercise. *Int. J. Eat. Disord.* **2010**, *43*, 565–571. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
89. Verney, J.; Metz, L.; Chaplais, E.; Cardenoux, C.; Pereira, B.; Thivel, D. Bioelectrical Impedance Is an Accurate Method to Assess Body Composition in Obese but Not Severely Obese Adolescents. *Nutr. Res.* **2016**, *36*, 663–670. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
90. Kuruvilla, S.; Bustreo, F.; Kuo, T.; Mishra, C.; Taylor, K.; Fogstad, H.; Gupta, G.R.; Gilmore, K.; Temmerman, M.; Thomas, J.; et al. The Global Strategy for Women's, Children's and Adolescents' Health (2016–2030): A Roadmap Based on Evidence and Country Experience. *Bull. World Health Organ.* **2016**, *94*, 398–400. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
91. Malina, R.M.; Beunen, G.; Lefevre, J.; Woynarowska, B. Maturity-Associated Variation in Peak Oxygen Uptake in Active Adolescent Boys and Girls. *Ann. Hum. Biol.* **1997**, *24*, 19–31. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

**Disclaimer/Publisher's Note:** The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

### 3.3.1 Synthèse de l'étude 3 et introduction à l'étude 4

Les résultats de l'étude 2 « Perceived physical literacy is associated with cardiorespiratory fitness, body composition and physical activity levels in secondary school students » nous ont permis de montrer des relations significatives entre la LPP et différents indicateurs de santé (composition corporelle, APMV et CCR) dans notre population cible (adolescents du collège Marracq). Les associations entre la LP et les indicateurs de santé étant également retrouvées dans la littérature scientifique (Caldwell et al., 2020; Kesic et al., 2022; Liu et al., 2023). Nous avons pu nous appuyer sur ces résultats pour lancer la phase de recherche interventionnelle. L'intervention CAPACITES 64 s'est donc orientée sur les adolescents ayant un profil à « risque » parmi l'ensemble des adolescents évalués dans l'étude 2.

Les 14 adolescents ayant participé à l'étude interventionnelle (études 3 et 4) étaient donc catégorisés en surpoids ou obèses (IMC moyen = 26.4 ( $\pm 5.5$ ) kg/m<sup>2</sup>) et ayant un %MG élevé (30.1 % ( $\pm 8.7$ )) ainsi qu'un CCR faible (30.9 mL·min·kg<sup>-1</sup> ( $\pm 4.4$ )) et un faible score total de LP (51.5 points ( $\pm 14.1$ )). Les adolescents présentaient également des APMV inférieurs aux recommandations internationales en matière d'AP (53.8 min/jour ( $\pm 12.9$ )) (Chaput et al., 2020). En accord avec les perspectives de la recherche précédemment publiées sur le sujet, développer de nouvelles stratégies d'interventions pour les adolescents en situation de surpoids et d'obésité éloignés de la pratique d'AP est nécessaire (Foster et al., 2018; Nooijen et al., 2017). De plus, baser son intervention sur le développement de la LP semble une stratégie encourageante pour ce public (Paponetti et al., 2023). En effet, la LP possède une approche holistique (dimension physique, affective, cognitive et comportementale) de l'AP, et des associations avec les indicateurs de santé et les niveaux d'AP (Carl, Barratt, Töpfer, et al., 2022).

L'étude 3 "The Effectiveness of a Physical Literacy-Based Intervention for Increasing Physical Activity Levels and Improving Health Indicators in Overweight and Obese Adolescents (CAPACITES 64)" présente donc les résultats à 9 mois d'une intervention basée sur le développement de la LP pour améliorer les indicateurs de santé et les APMV chez des

adolescents en situation de surpoids et d'obésité. Durant les 9 mois d'intervention, les 14 adolescents ont notamment réalisé 64 séances d'APA (53.4% d'adhésion), et 9 ateliers d'éducation à la santé.

Cette intervention a permis d'augmenter le score moyen de LP de 8.3 ( $\pm 9.3$ ) points ( $p \leq 0.01$ ) avec une augmentation significative du domaine physique et du domaine cognitif. Du fait de cette intervention basée sur le développement de la LP, les indicateurs de santé dans le groupe d'adolescents en situation de surpoids et d'obésité ont été améliorés. Les résultats montrent une diminution de l'IMC z score  $-0.3 (\pm 0.3)$  ( $p \leq 0.01$ ), du %MG  $-3.8\% (\pm 4.9)$  ( $p \leq 0.01$ ) ainsi qu'une augmentation de la CCR  $+1.5 \text{ mL}\cdot\text{min}\cdot\text{kg}^{-1} (\pm 1.7)$  et du %MMS  $2.2\% (\pm 2.8)$  ( $p \leq 0.01$ ). Autre résultat intéressant, après les 9 mois d'intervention, les APMV ont augmenté mais de manière non significative  $+4.6 \text{ min/jour} (\pm 13.7)$  ( $p = 0.36$ ). Associé à ce résultat, la LP et les APMV sont associées seulement après l'intervention ( $r = 0.76$ ). Cela pourrait signifier que le développement des scores de LP est nécessaire pour amorcer une augmentation des APMV chez les adolescents en situation de surpoids et d'obésité. Plusieurs limites peuvent être mentionnées. Premièrement, l'absence de groupe contrôle ne permettant pas à cette intervention d'être contrôlée et randomisée. Deuxièmement, l'intégration de la CCR dans le calcul du score total de la LP (CAPL-2) pouvant avoir un effet sur l'augmentation du score de LP. Ces résultats questionnent également l'intérêt d'une intervention basée sur le développement de la LP dans l'amélioration des indicateurs de santé à long terme. Plusieurs revues de littérature montrent qu'il est difficile de maintenir des effets positifs d'une intervention sur ce public (Soares et al., 2023; Vermeiren et al., 2021). La publication n°4 permettra donc de valoriser les résultats de l'intervention CAPACITES 64 entre T0 (début intervention septembre 2021), T1 (+9 mois) et T2 (+ 15 mois, décembre 2022). Les objectifs principaux de cette étude seront de répondre aux questions soulevées lors de l'étude n°3 :

-l'intervention CAPACITES 64 peut-elle permettre d'augmenter la LP et les indicateurs de santé sur le long terme chez des adolescents en situation de surpoids et d'obésité ?

-L'augmentation préalable de la LP entre T0 et T1 permet-elle d'amorcer une augmentation des APMV à plus long terme (T2) chez ces mêmes adolescents ?

## 3.4 Etude 4. Effets à long terme d'une intervention basée sur le développement de la LP sur niveaux d'activité physique et les indicateurs de santé chez les adolescents en surpoids ou obèses

---

Résumé. L'élaboration de nouvelles stratégies d'intervention visant à augmenter les niveaux d'activité physique (AP) et à améliorer la santé des adolescents en surpoids et obèses est une priorité. La littératie physique (LP) adopte une approche holistique de l'AP (physique, affective, cognitive et comportementale), dans le but d'une participation active à l'AP tout au long de la vie. Cependant, aucune intervention basée sur le développement de la littératie physique n'a été testée dans cette population pour augmenter les niveaux d'activité physique et améliorer les indicateurs de santé à long terme. L'objectif de cette étude est d'étudier les effets à long terme d'une telle intervention (CAPACITES 64). L'étude est interventionnelle, prospective et non randomisée. Des actions d'AP et d'éducation à l'AP sont mises en œuvre dans différents environnements d'adolescents (scolaire, extra-scolaire et domicile). Trois temps de collecte de données (T0 (baseline), T1 (+9 mois) et T2 (+15 mois)) évaluant les variables suivantes : Indice de masse corporelle (IMC) et score z d' IMC, % de masse grasse (%MG) et % de masse musculaire squelettique (%MMS), activité physique d'intensité modérée à vigoureuse (APMV) par accélérométrie, condition cardio-respiratoire (CCR) et LP par l'outil

CAPL-2. Après 15 mois d'intervention, 14 adolescents (âge 13,1 ( $\pm 0,9$ )) ont augmenté leur PL (+10,6 ( $\pm 9,1$ ) points ;  $p \leq 0,01$ ). L'intervention a amélioré les APMV (+8,5 min/jour ( $\pm 18,3$ ) ;  $p = 0,09$ ), VO<sub>2</sub>peak (+2,7 ml.min.kg<sup>-1</sup> ( $\pm 2,1$ )), %MG (-4,5 ( $\pm 1,8$ )) et BMI z score (-0,4 ( $\pm 0,4$ )) ( $p \leq 0,01$ ).

Le développement de la LP par une intervention sur l'AP est prometteur pour augmenter l'APMV et améliorer la santé des adolescents en surpoids et obèses. Il est maintenant nécessaire d'harmoniser les modalités d'intervention en AP et d'évaluer le suivi post-intervention à long terme.

## 1. Introduction

The World Health Organization (WHO) has made adolescent health one of its priorities [1]. The prevention of pediatric overweight and obesity is one of the main objectives [2]. In children and adolescents, overweight and obesity are identified by the International Obesity Task Force (IOTF) Body Mass Index (BMI) cut-offs. Overweight is defined as a BMI between the IOTF cut-offs 25 and 30 and obesity as a BMI above the IOTF cut-offs 30 [3]. This pathology is now taken very seriously by political authorities because it affects 26.7% of boys and 22.9% of girls aged 10 to 19 years in Europe (including obesity) [2].

The many scientific researches on pediatric overweight and obesity come from the complexity of its etiology [4,5]. Indeed, the energy imbalance leading to excessive adiposity is due to multiple and complex interactions between the individual genetic heritage and the various environmental determinants of adolescents [6]. The concept of "obesogenic environment" illustrates this, with several health behaviors favoring the development of overweight and obesity such as: Physical Inactivity (PI), high Sedentary Behavior (SB), unhealthy diet...[7,8]. Overweight and obese adolescents are less active with 22.4 minutes less spent in Moderate to Vigorous Physical Activity (MVPA) than their normal weight adolescents [9]. Like the etiology of pediatric overweight and obesity, the reasons for PI in these adolescents are due to individual parameters and environmental factors [10,11]. A higher percentage of Body Fat (%BF), an increased muscular fatigability, a lower Cardiorespiratory Fitness (CRF), a lower level of Motor Skills (MS) than their normo-weighted adolescents explain the higher levels of PI in overweight and obese adolescents [12,13]. These adolescents also have several psycho-



motivational parameters that are unfavorable to the practice of Physical Activity (PA), such as low intrinsic motivation and a low self-efficacy [10,14].

The higher PI in this population compared to normo-weighted adolescents is also explained by their lower ability to seize PA opportunities due to unfavorable social and physical environments [15]. We can mention parents who are less aware of the benefits of PA, Physical and Sports Education (PES) practices that are not always adapted to this public, as well as an unfavorable socio-economic environment [16].

In the objective of improving the health of these adolescents, reducing PI by implementing programmes to increase active behaviour is a priority [17]. However, to be effective and to take into consideration all the limitations of overweight or obese adolescents with regard to physical activity, these interventional programs must be based on technical methods of PA support. Targeting specific areas of the physical and social environment of these young people is also essential [18,19]. Specific PA guidelines have been issued for this population [20,21]. The most essential ones are: 60 minutes per day of MVPA are recommended by varying exercise, notably with structured exercise promoting mechanical constraints and also unstructured exercise such as active transport and active games [21,22]. It is also necessary that these exercises encourage self-confidence, the development of cognitive abilities as well as the different motor skills of the adolescent [23,24]. The application of these guidelines allows the implementation of a PA adapted to this population. Nevertheless, in order for PA to last and have positive impacts on the medium- and long-term health of adolescents. It is necessary to reflect on the inclusion of this PA practice in the environment of overweight and obese adolescents [25,26].

The use of the social-ecological model in the promotion of PA for the adolescent public allows for the consideration of different physical, social and political environments in the implementation of PA [27,28]. In overweight and obese adolescents, incorporating some of the environmental factors of the social-ecological model into PA interventions to show benefits on health and on increasing PA levels [22,29]. Various intervention studies have shown that interventions in the school, out-of-school, and home environments allow adolescents to increase their PA levels [30–33].

However, despite specific technical PA recommendations and the use of theoretical models that integrate PA with the environment. Results of long-term (>6 months) PA interventions on increases PA levels and decreases BMI or BMI z-score are still poor or non-existent in overweight and obese adolescents [26,34,35]. This can be explained by the fact that PA interventions are more easily implemented in the short and medium term, combined with the difficulties of collecting data on long-term interventions [36]. Health indicators in long-term studies are often reduced to BMI and BMI zscore, whereas body composition can vary without change in body mass in these adolescents [22]. Finally, overweight and obese adolescents are an population far removed from PA with behavioral changes that are more difficult to initiate because of their many limitations [35]. It is therefore important that intervention strategies be built over the long term to study the benefits and that they explore mechanisms to address the needs and limitations of this population [35,37].

In this interest, developing new PA intervention strategies based on the concept of Physical Literacy (PL) is promising [38]. PL is defined as *"the motivation, confidence, physical competence, knowledge and understanding to value and take responsibility for engagement in physical activities for life"* [39]. Through its various domains and its long-term conception, PL could help to respond to the various physical and psycho-motivational limitations that limit the practice of PA in overweight and obese adolescents [40]. Furthermore, the construction and development of the PL concept is rooted in the socio-ecological model [38]. Indeed, individual and environmental factors will directly influence the different opportunities to practice PA and will therefore have an impact on the development of PL. It is therefore evident that interventions based on the development of PL are included in an individual-environment interaction [40].

In the scientific literature, the first results between PL and health indicators are beginning to appear [38,41]. Indeed, correlational studies have shown that adolescents with the lowest PL scores were also those with the lowest PA levels and CRF [42,43]. A low PL score is also associated with lower motivation and self-efficacy toward PA [44]. Associations between physiological health indicators and PL were found, with negative associations between PL, BMI

and %BF and positive associations between PL and %Skeletal Muscle Mass (SMM) [45]. With this statement, overweight and obese adolescents have all the characteristics associated with a low PL score [46,47]. In addition, several interventional studies based on recreational and non-recreational PA have shown that developing PL increases MVPA and improves health indicators [48,49]. However, despite the consistency between the PL and PA interventions for overweight and obese adolescents, no long-term interventional study exists to date for this population [40].

Thus, the objective of the study is to present the long-term effects on health and MVPA of an intervention developing PL in overweight and obese adolescents.

There are several hypotheses:

- An increase in PL would be found throughout the intervention
- PL intervention could improve long-term health indicators
- PL development could improve MVPA in the longer term.

## **2. Materials and methods**

### 2.1. Study design and procedure

The project CAPACITES 64 is a prospective interventional study with a single arm, not randomized. It took place at Marracq secondary school (Bayonne) in association with the Centre Hospitalier de la Côte Basque (CHCB) and its medical department Unité Transversale des Activités Physiques pour la Santé (UTAPS) whose mission is to restart physical activity after hospitalization and to promote health.

The intervention was organised at Marracq secondary school with the agreement of the Head of the school. The intervention as well as the evaluations were carried out by the first author of this study, a graduate in adapted exercise.

The program "CAPACITES 64" took place from September 2021 to December 2022. The different measures were collected at the baseline in September 2021 (T0), at 9 months (June 2022), and at 15 months (December 2022) to evaluate the intervention's medium- and long-term effects. A flowchart summarizes the study design (Figure 1)

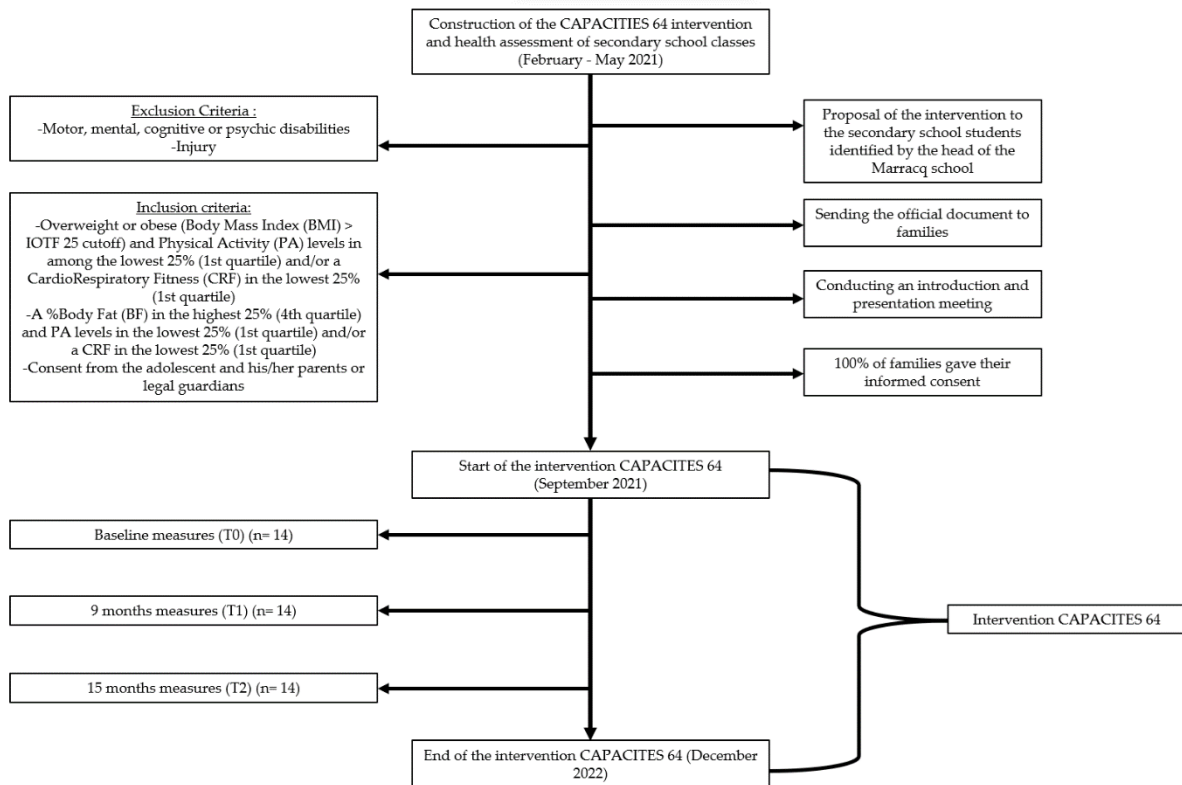


Figure 1: Study design of the CAPACITES 64 project.

Both the parents or legal guardians and the adolescents consented to participation and data collection, before taking part in the study. All intervention procedures were approved by the Research Ethics Committee of the Sciences and Techniques of Physical and Sports Activities (CER STAPS – n° IRB00012476-2023-20-02-233).

## 2.2. Participant recruitment process

Participants for this intervention were recruited from the baseline sample (4 volunteer 6th grade classes at Marracq Middle School (n=85)) found in the study by NezonDET et al, [50].

Different indicators were used to assess the health of this sample:

-Anthropometric data (height, weight, BMI)

- Impedance measurement (%BF and %SMM)
- CRF using the 20m walk/shuttle run test (TMNA-20) [51]
- PA levels using the Youth Risk Behavior Surveillance System (YRBSS) questionnaire [52].

Following the health assessment (n=85), we were able to identify adolescents who could participate in our intervention on the following inclusion criteria:

- Overweight or obese status (BMI > IOTF 25 cutoff) [3] and PA levels in among the lowest 25% (1st quartile) and/or RRC in the lowest 25% (1st quartile)
- A %BF in the highest 25% (4th quartile) and PA levels in the lowest 25% (1st quartile) and/or a CRF in the lowest 25% (1st quartile)
- Consent from the adolescent and his/her parents or legal guardians

Non-inclusion criteria were:

- Motor, mental, cognitive, or psychic disabilities in adolescents
- An injury

14 teenagers were therefore identified based on these criteria. The educational team of the school: Head of school and PES teachers proposed this intervention to the adolescents and their families with an official letter.

Of the 14 adolescents included, 10 boys (71%) and 4 girls (29%). They were 11.8 ( $\pm 1.1$ ) years old at the beginning of the intervention, 12.6 ( $\pm 0.9$ ) years old at +9 months and 13.1 ( $\pm 0.9$ ) years old at +15 months.

### 2.3. Program « CAPACITES 64 » Context

CAPACITES 64 is an educational and therapeutic intervention targeting overweight, obese and inactive middle school students. The different actions of the program were conducted between September 2021 and December 2022.

The intervention program aims to: **1) develop PL, 2) increase MVPA and 3) improve health indicators** (BMI and zscore BMI, % BF, %SMM and VO<sub>2</sub>peak).

Based on the social-ecological model [28], this program acts in different adolescent settings :

- At Secondary school Marracq (Bayonne, France)
- In out-of-school (a sports gymnasium)

-Adolescents home environments.

The different modalities of the intervention were designed in accordance with national and international guidelines for PA and nutrition (Table 1) [21,53].

Table 1 : *Guidelines in PA for overweight and obese adolescents. Adaptation of the table « Physical activity guidelines » de O’Malley et Thivel, [21]*

Age	Type	Time	Benefits
5 to 17 years old	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moderate to Vigorous Intensity Physical Activity (MVPA) including activities to promote bone health (jumping, running...)</li> <li>- active transportation, organised and nonorganised sports, games, physical education and other activities at home, school, work and in the community.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-At least 60 minutes per day</li> <li>- At least 3 times/ week</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Promote concentration and learning</li> <li>-Build bone and muscles</li> <li>-Improve movement skills and coordination</li> <li>-Improve balance</li> <li>-Maintain body mass and improve health</li> <li>-Encourage self-confidence and develop social skills</li> <li>-Improve mental health and well-being</li> </ul>

#### 2.4. Description of the intervention CAPACITES 64

The description of the intervention has been described previously [54]. In brief, the specific actions to develop PL and increase PA were based on developing motor skills in the context of structured and unstructured games, building strength and endurance through fun activities, and finding activities that adolescents enjoy participating in. When using PA, it is fundamental to develop intrinsic motivation and confidence, as well as knowledge and understanding [55]. For this, during the 15 months, 86 sessions of adapted exercise were offered in out of school. The sessions took place twice a week (Wednesday afternoon and Friday evening) for a total duration of 3 hours. A standard session took 1h15 minutes with a 10 min warm up, 50 min session and 10 minutes rest. The intensity of the session was between 50 and 90% of Heart Rate max (HRmax) with intermittent work (high periods 90% HRmax and low periods 50% HRmax). The intensity was controlled with a cardio-frequency meter or a Rating of Perceived Exertion (RPE) scale (Borg CR10) depending on the exercise.

During adapted exercise sessions, several strategies have been used to develop motivation and confidence in adolescents [56,57]. Associated with adapted exercise sessions, 11 education

workshops were organized. At school level, two sessions of « health promotion » by the library and 4 awareness sessions with 7 teachers were introduced. At the family and home level, A practical kit was made available to all adolescents and their families.

Some specific dietary actions have been implemented :

- Hands-on educational cooking workshops in the school kitchens.
- Educational workshops on nutrition (similar to those on PA)
- An individual consultation with the adolescents and his family based on the dietary diagnosis
- An individual follow-up on the diet of the adolescent and his family in the form of monthly exchanges (setting and reaching objectives)
- Awareness-raising of the adolescent's teachers (similar to the awareness-raising on PA).

Results regarding dietary assessments are not presented in this article because we were interested in PL and its impacts on PA and health

## 2.5. Socio-démographic factors

Participants were asked to report their age, gender, and ethnicity.

## 2.6. Anthropometric data

Height was measured to the nearest 0.5cm using a wall height gauge (Seca®, Germany) according to the standard procedure: adolescents stood with their feet together, without shoes, leaning against a wall with head, shoulders and feet aligned. The weight was measured to the nearest 0.5kg with an bioelectric impedance (BC 430 MA S TANITA; Netherlands). Weighing was done in minimal clothing (t-shirt, shorts and socks).

Underweight, overweight, and obesity were classified according to the International Obesity Task Force (IOTF) age and gender BMI cutoffs [3] :

- Underweight is characterized by a BMI < the IOTF threshold 17
- Normal weight corresponds to a BMI between the IOTF 17 and 25 thresholds
- Overweight corresponds to a BMI between the IOTF 25 and 30
- Obesity corresponds to a BMI > the IOTF 30 threshold and severe obesity to a BMI > the IOTF 35 threshold.

## 2.7. Body composition measurement

The body composition was measured with the professional bioelectrical impedance "BC 430 MA S TANITA" (Netherlands). The measurement protocol was standardized and explained for each individual. The adolescent dressed in light clothing (shorts and t-shirt) without shoes or socks stood on the scale sensors. The adolescent had to remain motionless, with his or her arms outstretched during the data collection. The protocol was performed before the PA sessions. All measurements were taken during the same morning. No vigorous or intense PA was performed 12 hours before the test. Adolescents had an empty bladder and had not consumed alcohol or caffeinated beverages at least 24 hours before testing. Raw results (rate (kg)) and %BF and SMM were then provided by the "Health monitor TANITA PRO" software (version 3.4.5).

## 2.8. Measurement of CRF by the 20m Shuttle Walk/Run Test (TMNA-20)

CRF was assessed by CRF on the adapted 20-meter shuttle run/walk test (TMNA-20) [51]. This test is an adapted version of the "Multistage 20 meter shuttle run test" [58]. test is to run continuously in a track with two blocks at each end, 20 meters apart. The adolescent begins the test by walking at a speed of 4km/h, then every minute the speed increases by 0.5km/h until the adolescent stops voluntarily. The test is interrupted at the adolescent's request or by the educator if the adolescent is no longer able to keep to the speed requested by the test tape. When the test is stopped, the Maximum Aerobic Speed reached (VMA) by the adolescent is estimated. The cardiorespiratory condition is then estimated of a correlation between the VMA (km/h) and the aerobic capacity (VO<sub>2</sub> peak) (ml.kg.min<sup>-1</sup>). A mathematical formula is then used:  $(19,66 + (2,21 * VMA) + (0,05 * age) + (2,08 * girl (0) \text{ or } boy (1)) - (0,38 * BMI))$

## 2.9. Measurement of PA levels

PA levels were assessed and recorded using Actigraph GT3X+ accelerometers (ActiGraphTM, Pensacola, FL, USA) and Actilife software (version 6.13.4), which are valid and reliable tools for recording and measuring PA levels in adolescents [59,60]. Adolescents wore the accelerometer on a belt at their hips for 7-10 days. The accelerometers were set to record 30Hz accelerations. The accelerometer data were then downloaded in 1s epochs, visually



inspected, and processed with the following procedures. To validate a period of accelerometer wear, we used Troiano's parameters [61] with a period of non-wear classified as 60 minutes or more of zero counts. In addition, only participants who wore the accelerometer for at least 3 days and at least 10 hours per day were included in the statistics [60,62]. NAPQ-specific data (Cut point and MVPA) were calculated using [63]. A data above 2296 counts/min defines MVPA.

### 2.9. Measurement of PL

Adolescents' PL was measured by the Canadian Assessment of PL Second Edition (CAPL-2). This tool is one of the first comprehensive protocols to assess the various domains of the PL [64]. The use of the CAPL-2 is valid and reliable on an adolescents population [45]. The score assessment is divided into 4 domains that when added together form a final PL score out of 100 points : Daily Behavior, Physical Competence, Motivation and Confidence, and Knowledge and Understanding. The different assessments present in the 4 domains are described in Figure 2 :

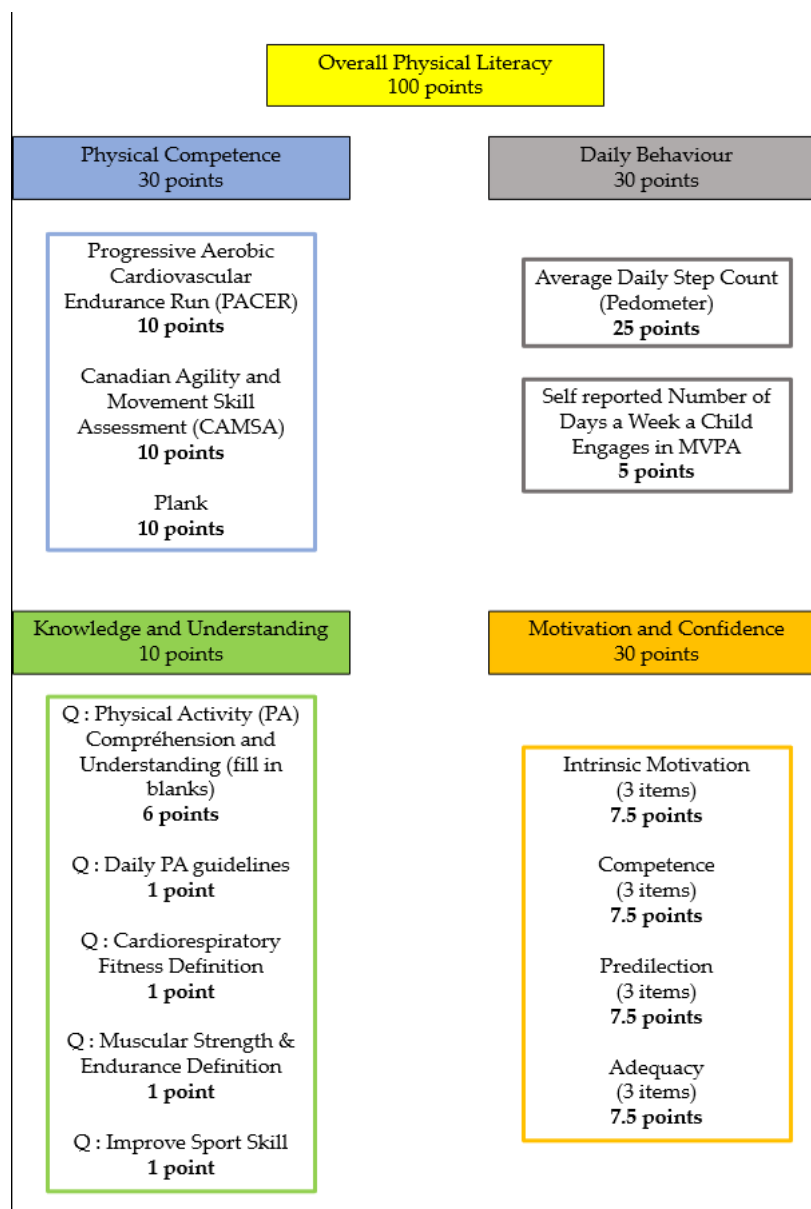


Figure 2 : Detailed figure of the point system in the PL evaluation from the instruction manual (CAPL-2)

According to their score, gender and age, adolescents are classified in 4 different levels : Beginning, Progressing, Achieving, and Excelling. The "Beginning" level means that the adolescents has a limited and insufficient PL level compared to youth of the same age and gender. The "progressing" level means that the adolescents is performing at a similar level to youth of the same age and gender (an average level). The "acheving" and "excelling" levels mean that the adolescents meets or exceeds the recommended PL level [64].

## 2.10. Statistical analysis

All statistical analyses were done with Statistica (version 7.1). The mean, standard deviation, median, and distribution of the data are calculated for each variable (Table 2) : Age, BMI, %BF, %SMM, maximal aerobic speed (Vmax km/h), VO2 peak (ml.kg.min<sup>-1</sup>), PL score (pts), MVPA (min/day). Normality of each variable was tested using the Shapiro-Wilk test. A p-value  $\leq 0.05$  was chosen for statistical significance.

The impact of the intervention between baseline (T0) and +9 months (T1) and between baseline (T0) and +15 months (T2) outcomes are presented in raw data (mean) and percentage (T1-T0) and (T2-T0). Due to the non-normality distribution, the nonparametric Wilcoxon rank test for matched groups was used to compare the data. A p value (p value)  $\leq 0.05$  was selected for statistical significance. Friedman's ANOVA, a nonparametric test, was used to analyze the significant difference in post intervention T1 and T2. A p value (p value)  $\leq 0.05$  was selected for statistical significance. The correlation coefficient (r) will be used to quantify the strength of the linear relationship between PL variable and MVPA variable. Statistical significance is indicated by a p-value  $\leq 0.05$ .

## **3. Results**

### 3.1. Baseline characteristics of CAPACITES 64 adolescents

The mean age of the adolescents at baseline (T0) was 11.8 ( $\pm 1.1$ ) years old (Table 2). The mean BMI of the adolescents was 26.6 ( $\pm 5.3$ ) kg/m<sup>2</sup>, which corresponds to an overweight and obese sample ( $> IOTF 25$ ). To complete the anthropometric data, the BMI zscore was 2 ( $\pm 0.8$ ).

For baseline results (T0) health indicators, body composition data showed a mean %BF of 30.1 ( $\pm 8.4$ ) and a %SMM of 39.6 ( $\pm 4.7$ ). For CRF calculated from TMNA-20 test, the mean result of Vmax is 8.8 ( $\pm 1.4$ ) km/h and VO2peak divided by body mass is 31.1 ( $\pm 4.3$ ) ml.kg.min<sup>-1</sup>. The mean baseline MVPA (T0) is 54.5 ( $\pm 11.5$ ) minutes per day.

For the sample of overweight and obese adolescents, the total PL scores are 52.2 ( $\pm 13.8$ ) of a possible 100 points. In this total PL score, the mean of the "physical competence" domain is 12.3 ( $\pm 7.8$ ) points, the mean of the "daily behavior" domain is 11.9 (4.8) points, and the mean

of the "knowledge and understanding" and "motivation and confidence" domains are 5.8 ( $\pm 2.0$ ) and 22.2 ( $\pm 4.8$ ) points respectively.

Table 2 : Baseline (T0) characteristics of CAPACITES 64 participants (mean  $\pm$  Standard Deviation (SD))

Characteristics (n = 14)	Baseline results (T0)
Age (years)	11.8 ( $\pm 1.1$ )
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	26.6 ( $\pm 5.3$ )
zscore BMI	2.0 ( $\pm 0.8$ )
BF (%)	30.1 ( $\pm 8.4$ )
SMM (%)	39.6 ( $\pm 4.7$ )
Vmax (km/h)	8.8 ( $\pm 1.4$ )
VO2peak (ml.min.kg-1)	31.1 ( $\pm 4.3$ )
MVPA (min/day)	54.5 ( $\pm 11.5$ )
PL (CAPL-2)	
Total PL score	52.2 ( $\pm 13.8$ )
Score in the "physical competence"	12.3 ( $\pm 7.8$ )
Score in the "daily behavior"	11.9 ( $\pm 4.8$ )
Score in the "knowledge and understanding"	5.8 ( $\pm 2.0$ )
Score in the "motivation and confidence"	22.2 ( $\pm 4.6$ )

BMI : Body Mass Index ; SMM : Skeletal Muscle Mass ; BF : Body Fat ; Vmax : Maximum aerobic speed ; VO2peak : maximum oxygen volume ; MVPA : Moderate to Vigorous intensity Physical Activity; PL : Physical Literacy.

### 3.2. The impact of the CAPACITES 64 intervention on overweight and obese adolescents at 9 and 15 months (T1) and (T2)

The impact of the intervention is presented using two data assessment times. One at 9 months (T1) and another at 15 months post intervention (T2) (Table 3).

Between T0, T1 and T2, the total PL score increased significantly ( $p \leq 0.01$ ). Between T0 and T2, the total PL score increased by 10.6 ( $\pm 9.1$ ) points ( $p \leq 0.01$ ) with an increase at +9 months of +7.8 ( $\pm 9.1$ ) points ( $p \leq 0.01$ ). Analyzing the increase in PL in detail with its different domains

measured by the CAPL-2 assessment tool, we find a significant impact of the intervention at 9 and 15 months ( $p \leq 0.01$ ). Compared at baseline results (T0), there was an improvement in "physical competence": T1 (+3.8 ( $\pm 4.2$ ) points ( $p \leq 0.01$ )) and T2 (+6.3 ( $\pm 4.5$ ) points;  $p \leq 0.01$ ) and "knowledge and understanding": T1 (+2.4 ( $\pm 2.2$ ) points ( $p \leq 0.01$ )) and T2 (+2.2 ( $\pm 2.3$ );  $p \leq 0.01$ ). Concerning PL domains "daily behavior" and "motivation and confidence", we find a positive but not significant impact of the intervention at T2 (+1.1 ( $\pm 5.1$ ) points ;  $p = 0.43$ ) and (+1.0 ( $\pm 3.7$ ) points ;  $p = 0.47$ ).

The CAPACITES 64 intervention aimed to increase PL levels at 15 months to improve health indicators and MVPA of overweight and obese adolescents.

The CAPACITES 64 intervention improved adolescent anthropometric data with a decrease in zscore BMI at T1 (-0.3 ( $\pm 0.3$ )) and T2 (-0.4 ( $\pm 0.4$ )) ( $p \leq 0.01$ ). As for BMI, we find a significant decrease between T0 and T1 (-0.9 ( $\pm 1.4$ ) ;  $p \leq 0.05$ ) and a non-significant decrease between T0 and T2 (-0.8 ( $\pm 1.8$ );  $p = 0.12$ ) and between T1 and T2 ( $p = 0.17$ ). After 9 months (T1) and 15 months (T2) of intervention, the body composition of adolescents improved significantly ( $p \leq 0.01$ ). They decreased their %BF by -4.5 ( $\pm 1.8$ ) and increased their %SMM by 2.6 ( $\pm 2.7$ ) after 15 months. There was a significant improvement in CRF at 9 (T1) and 15 months (T2). Between T0 and T2 the  $VO_{2peak}$  increased by 2.7 ml.min.kg<sup>-1</sup> ( $\pm 2.1$ ) ( $p \leq 0.01$ ) with a previous increase between T0 and T1 of 1.4 ml.min.kg<sup>-1</sup> ( $\pm 1.7$ ) ( $p \leq 0.05$ ).

Associated with improved health indicators, the intervention increased adolescent MVPA. Indeed, at T2 the MVPA increased by 8.5 min/day ( $\pm 18.3$ ) ( $p = 0.09$ ). After 9 months of intervention (T1), MVPA had increased by 4.7 min/day ( $\pm 13.7$ ) ( $p = 0.20$ ). However, these increases are not significant. Despite a non-significant increase in MVPA, we can see that the CAPACITIES 64 intervention has allowed for a simultaneous increase in PL and MVPA. This simultaneous increase is represented graphically (Figure 3).

The progressive and significant increase in total PL scores (T0 = 52.2 ( $\pm 13.8$ ), T1 = 60.1 ( $\pm 17.5$ ), and T2 = 62.8 ( $\pm 16.7$ ) points ;  $p \leq 0.01$ ) is associated with a progressive increase in MVPA in these adolescents (T0 = 54.5 ( $\pm 11.5$ ), T1 = 59.2 ( $\pm 18.9$ );  $p = 0.20$ , and T2 = 63.0 ( $\pm 21.5$ ) min/day;  $p = 0.09$ ).

Correlation analysis between PL variable and the MVPA variable confirmed the association between these two variables. Indeed, at baseline (T0) we find a non-significant association ( $r = 0.39$ ;  $p = 0.16$ ). As total PL scores increase due to the impact of the intervention, the strength of the association between the two variables increases. Indeed, at T1 (+ 9 months) we find a strong and significant association ( $r = 0.73$ ;  $p \leq 0.01$ ) as well as T2 (+15 months) ( $r = 0.85$ ;  $p \leq 0.01$ ).

Table 3 : Results of the CAPACITES 64 intervention's impact at 9 months (T1) and 15 months (T2) (mean  $\pm$  Standard Deviation (SD))

Characteristics (= 14)	Baseline (T0)	9 months (T1)	difference (T1-T0)	p value (T0-T1) ( $p \leq 0,05$ ) <sup>a</sup>	15 months (T2)	difference (T2-T0)	p value (T0-T2) ( $p \leq 0,05$ ) <sup>a</sup>	p value (T1-T2) ( $p \leq 0,05$ ) <sup>b</sup>
Age (years)	11.8 ( $\pm 1.1$ )	12.6 ( $\pm 0.9$ )	0.8 ( $\pm 0.4$ )		13.1 ( $\pm 0.9$ )	1.4 ( $\pm 0.5$ )		
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	26.6 ( $\pm 5.3$ )	25.7 ( $\pm 4.9$ )	-0.9 ( $\pm 1.4$ )	$\leq 0.05^*$	25.7 ( $\pm 5.1$ )	-0.8 ( $\pm 1.8$ )	0,12	0,17
zscore BMI	2.0 ( $\pm 0.8$ )	1.7 ( $\pm 0.9$ )	-0.3 ( $\pm 0.3$ )	$\leq 0.01^{**}$	1.6 ( $\pm 0.9$ )	-0.4 ( $\pm 0.4$ )	$\leq 0.01^{**}$	$\leq 0.01^{**}$
BF (%)	30.1 ( $\pm 8.4$ )	26.3 ( $\pm 7.5$ )	-3.8 ( $\pm 4.7$ )	$\leq 0.01^{**}$	25.6 ( $\pm 8.4$ )	-4.5 ( $\pm 4.7$ )	$\leq 0.01^{**}$	$\leq 0.01^{**}$
SMM (%)	39.6 ( $\pm 4.7$ )	41.7 ( $\pm 4.2$ )	2.1 ( $\pm 2.7$ )	$\leq 0.01^{**}$	42.1 ( $\pm 4.8$ )	2.6 ( $\pm 2.7$ )	$\leq 0.01^{**}$	$\leq 0.01^{**}$
Vmax (km/h)	8.8 ( $\pm 1.4$ )	9.3 ( $\pm 1.6$ )	0.5 ( $\pm 0.7$ )	$\leq 0.05^*$	9.9 ( $\pm 1.2$ )	1.0 ( $\pm 0.7$ )	$\leq 0.01^{**}$	$\leq 0.01^{**}$
VO2peak (ml.min.kg-1)	31.1 ( $\pm 4.3$ )	32.5 ( $\pm 4.5$ )	1.4 ( $\pm 1.7$ )	$\leq 0.01^{**}$	33.8 ( $\pm 4.0$ )	2.7 ( $\pm 2.1$ )	$\leq 0.01^{**}$	$\leq 0.01^{**}$
MVPA (min/day)	54.5 ( $\pm 11.5$ )	59.2 ( $\pm 18.9$ )	4.7 ( $\pm 13.7$ )	0,20	63.0 ( $\pm 21.5$ )	8.5 ( $\pm 18.3$ )	0,09	0,35
PL (CAPL-2)								
Total PL score	52.2 ( $\pm 13.8$ )	60.1 ( $\pm 17.5$ )	7.9 ( $\pm 9.1$ )	$\leq 0.01^{**}$	62.8 ( $\pm 16.7$ )	10.6 ( $\pm 9.1$ )	$\leq 0.01^{**}$	$\leq 0.01^{**}$
Score in the "physical competence"	12.3 ( $\pm 7.8$ )	16.1 ( $\pm 7.6$ )	3.8 ( $\pm 4.2$ )	$\leq 0.01^{**}$	18.6 ( $\pm 7.7$ )	6.3 ( $\pm 4.5$ )	$\leq 0.01^{**}$	$\leq 0.01^{**}$
Score in the "daily behavior"	11.9 ( $\pm 4.8$ )	12.9 ( $\pm 6.6$ )	1.0 ( $\pm 5.7$ )	0,49	13.1 ( $\pm 6.4$ )	1.1 ( $\pm 5.1$ )	0,43	0,99
Score in the "knowledge and understanding"	5.8 ( $\pm 2.0$ )	8.2 ( $\pm 1.8$ )	2.4 ( $\pm 2.2$ )	$\leq 0.01^{**}$	8.0 ( $\pm 1.1$ )	2.2 ( $\pm 2.3$ )	$\leq 0.01^{**}$	$\leq 0.01^{**}$

Score in the "motivation and confidence"	22.2 (±4.6)	22.9 (±4.4)	0.7 (±3.7)	0,57	23.2 (±4.4)	1.0 (±3.7)	0,47	0,57
--	-------------	-------------	------------	------	-------------	------------	------	------

BMI : Body Mass Index ; SMM : Skeletal Muscle Mass ; BF : Body Fat ; Vmax : Maximum aerobic speed ; VO2peak : maximum oxygen volume; MVPA : Moderate to Vigorous intensity Physical Activity; PL : Physical Literacy ; \*pvalue ≤ 0.05 ; \*\*pvalue ≤ 0.01

<sup>a</sup> Wilcoxon rank test

<sup>b</sup> Friedman's ANOVA test

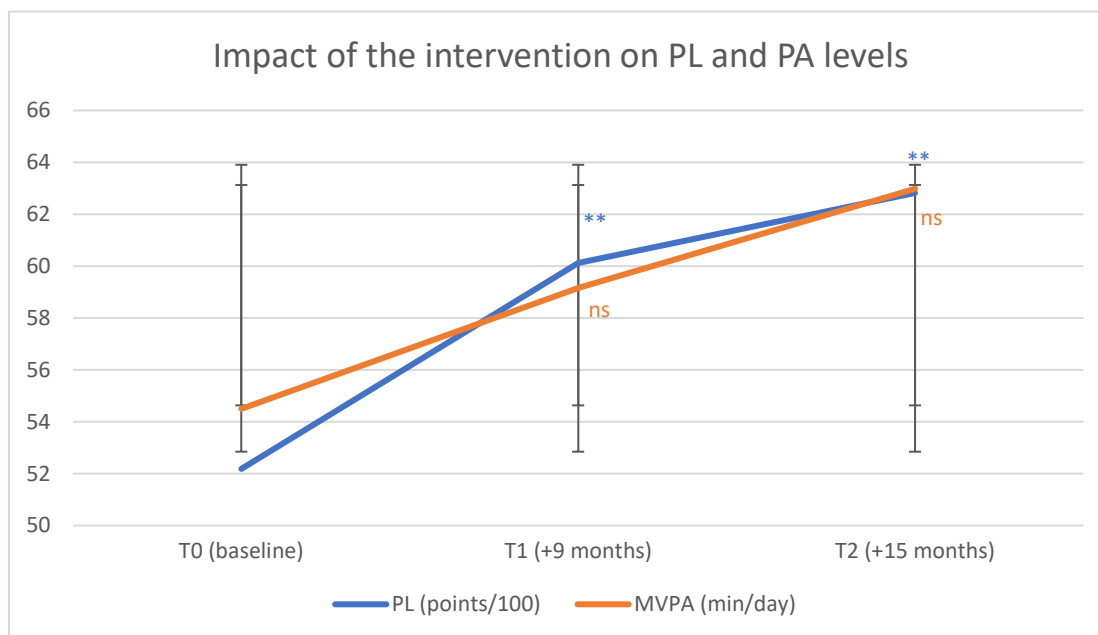


Figure 3 : Graphical representation of the impact at 9 and 15 months of the intervention on PL and MVPA

## 4. Discussion

This study is the first long-term interventional study on PL in the treatment of overweight and obese adolescents. The aim of this study was to present the long-term (+15 months) results of an intervention based on PL development on the improvement of health indicators and the increase of MVPA in this population. These results at 15 months complement the study by NezonDET et al, [54] which presented the results at 9 months of this same intervention.

The results allowed us to answer our initial hypotheses. Indeed, the intervention increased the total PL score by 10.6 (±9.1) points ( $p \leq 0.01$ ) after 15 months. Health indicators were also improved with an increase in CRF by 2.7 ml.min.kg<sup>-1</sup> (±2.1) ( $p \leq 0.01$ ), a decrease in BMI zscore by -0.4 (±0.4) and %BF -4.5 (±1.8) ( $p \leq 0.01$ ), and an increase in %SMM by 2.6 (±2.7) ( $p \leq 0.01$ ).

The hypothesis that the development of PL would increase MVPA was partially achieved. MVPA increased on average by 8.5 min/day ( $\pm 18.3$ ) but not significantly ( $p = 0.09$ ).

#### 4.1 The effect of this intervention of PL development

PL is a health determinant and an important factor to consider in health promotion actions [38,65]. PL levels are associated with several indicators of adolescent health. Associations are found between PL and CRF, physical fitness, blood pressure, body composition and mental health [47,66,67]. The development of PL with the objective of improving the health of overweight and obese adolescents is fundamental [40]. Indeed, these adolescents have lower levels of PL than their normo-weighted peer group [45,47].

Our previous study of the 9-month outcomes of the CAPACITES 64 intervention showed a significant increase in PL total scores [54]. Our results at 15 months confirm this dynamic with a significant increase of 10.6 ( $\pm 9.1$ ) points ( $p \leq 0.01$ ) on the total PL score of the CAPL-2 assessment tool.

This maintenance of the benefits of the intervention in the long term (15 months) in the group of overweight and obese adolescents is particularly satisfying because the scientific literature points out the difficulty of setting up long-term interventions and the lack of data concerning their impact on health in this population [22,35].

Clinically, the average 10.6-point increase in post intervention PL moves the group from the "beginning" level ( $< 51.6$  points) to the "progressing" level (51.6 to 71.1 points). Based on CAPL-2 recommendations [64] moves from a limited PL level to a similar PL level to youth of the same age. Comparing our results to other long-term interventional studies developing PL is difficult. Anico et al, [68] in their systematic review reported that no study (running/walking program) assessed the impact of the interventions on a total PL score but only on its domains independently (physical, affective and cognitive domains). In addition, only one intervention studied the impact of an intervention over 12 months (physical domain) [69]. The systematic review and meta-analysis de Carl et al, [70] found only five studies that investigated a total PL score with three having significant improvement in it (Standard Mean Difference (SMD) 0.61, 95% CI 0.20–1.01 ;  $p \leq 0.001$ ).



Analysis of the different domains of PL allowed us to understand the increase in PL in our group of adolescents. Our results showed significant improvement in the "physical competence" (+ 6.3 ( $\pm$ 4.5) points ;  $p \leq 0.01$ ) and "knowledge and understanding" domains (+2.2 ( $\pm$ 2.3) points ;  $p \leq 0.01$ ). The "daily behavior" and "motivation and confidence" domains showed improvements but not significantly (+1.1 ( $\pm$ 5.1) points ;  $p = 0.43$ ) and (+1.0 ( $\pm$ 3.7) points ;  $p = 0.47$ ). Concerning the "physical competence" domain, Kwan et al, [49] find improvement in this domain post intervention in 65 university students. The meta-analysis of Carl et al, [70] also confirms a positive and significant impact of the interventions on the "physical competence" domain. In contrast to our study, Kwan et al, [49] found significant improvement on the "confidence" domain. The systematic review of Anico et al, [68] confirmed the effect of interventions on the physical and affective (motivation and confidence) domains of PL.

Our non-significant results in the "motivation and confidence" domain can be explained by a high initial score (22.2 ( $\pm$ 4.8) points out of 30). In accordance with our study, significant post-intervention improvements in the "knowledge and understanding" domain were found in the study of Kwan et al, [49] ( $p = 0,03$ ) and in the meta-analysis of Carl et al, [70] (SMD 0.54, 95% CI 0.30–0.79 ;  $p \leq 0.001$ ). However, the improvement results in the knowledge and understanding domain are qualified by the possibility that adolescents learn the test questions between data collections. The sensibility of the measurement tools of the "knowledge and understanding" component is also questioned by some authors [71].

#### 4.2 Improving health indicators through long-term PL intervention

CRF is a robust indicator of health in adolescents. Lower CRF levels in childhood and adolescence are associated with higher cardiometabolic risk and mortality [72,73]. When CRF is assessed by walking/running tests, overweight and obese adolescents have lower levels of CRF than their normo-weighted peers [74]. Our intervention improved CRF by 2.7 ml.min.kg<sup>-1</sup> ( $\pm$ 2.1) ( $p \leq 0.01$ ) from 31.1 ( $\pm$ 4.3) ml.kg.min<sup>-1</sup> at baseline (T0) to 33.8 ( $\pm$ 4.0) ml.kg.min<sup>-1</sup> at T2. Increasing PL levels increases CRF and improves the health of overweight and obese adolescents. Lang et al, [42] confirms that a higher PL level is associated with a higher CRF. Indeed, in their study of 9393 Canadian children (8-12 years old), children with the highest PL

levels were those with the highest CRF (55.1 PL points for low CRF and 67.7 PL points for high CRF ;  $p \leq 0.05$ ). Johansson et al, [75] published in reference values for the CRF of obese adolescents. Our adolescent group has a CRF higher than these reference values for adolescents of the same age (33.8 ml.kg.min<sup>-1</sup> vs 25.8 ml.kg.min<sup>-1</sup>).

CFR is not the only indicator of adolescent health used in this study. Anthropometric data with BMI and BMI zscore as well as body composition with %BF and %SMM were used. Increasing the PL level after the 15-month intervention decreased the fat mass of the adolescent group with a decrease of  $-4.5 (\pm 1.8) \%BF$  ( $p \leq 0.01$ ). The intervention also increased muscle mass with an increase of  $2.6 (\pm 2.7) \%SMM$  ( $p \leq 0.01$ ). The modification of adolescents' body composition (decrease in %BF and an increase in %SMM) with this intervention therefore improves their physical health. Indeed, Schmidt et al, [76] showed on 2188 adults that a higher fat mass (assessed with the skinfold method) during childhood seemed to be associated with unfavorable cardio-metabolic indicators in adulthood (blood pressure, fasting blood glucose, lipids profile).

The increase in %SMM and decrease in %BF is also a factor explaining the improvement in CRF in our group of adolescents. Since CRF is measured by VO<sub>2</sub>peak divided by body mass (ml.kg.min<sup>-1</sup>), a better ratio between muscle mass and fat mass on tests measuring CRF involving body weight allows adolescents to achieve better results [77].

Our intervention showed no significant improvement in BMI at 15 months ( $-0.8 (\pm 1.8)$  ;  $p = 0.12$ ) but did show a significant improvement in BMI zscore ( $-0.4 (\pm 0.4)$ ) ( $p \leq 0.01$ ). The effects of the CAPACITIES 64 intervention on BMI do not take priority over the impacts on body composition. This is because of the difficulty and lack of conclusive results on the effect of interventions on BMI in overweight and obese adolescents. Indeed, the body composition changes but without impact on the weight (involved in the BMI) [26,78]. Furthermore, in regard to cardiometabolic health in children and adolescents, changes in weight and BMI should not be exclusive. As shown by the "fat but fit" concept, the improvement of CRF and its association with body composition modification seems to be a good strategy to limit the negative consequences of obesity [79,80].

### 4.3 Increasing MVPA through long-term PL intervention

PA is considered a protective health behavior among adolescents [81]. We found favorable associations between MVPA and different cardio-metabolic health indicators (blood pressure, fasting blood glucose, C-reactive protein) as well as favorable associations between MVPA and body composition and CRF. [8]. Yet overweight and obese adolescents have lower MVPA than their normo-weighted peers [82,83]. Low PA levels in these adolescents are considered obesogenic behavior [84]. Increasing these PA levels in this population is therefore a health priority [17]. However, the different literature reviews and meta-analyses that have studied the effects of interventions on increase of MVPA in overweight and obese adolescents have found heterogeneous results [26,85]. Indeed, during the intervention, the MVPA are increased but in the long term (post intervention) these results fade away. Several explanations can be put forward. The difficulty of changing PA behavior (multi-determinant behavior) as well as the methodological difficulties of implementing a long-term intervention and collecting data [35].

Developing PL to increase MVPA in overweight and obese adolescents may be a promising strategy [40]. Indeed, high PL levels are associated with high MVPA and increased PL levels seem to increase MVPA in healthy adolescents [38,49]. In addition, the PL takes into account the physical, cognitive and affective domains of PA. All of these domains are adapted to the specific PA needs of overweight and obese adolescents [40].

This is confirmed by the initial results of the only interventional study of PL development to increase MVPA in this population [54]. Indeed, the results at 9 months of intervention show an increase of 4.6 min/day ( $\pm 13.7$ ) for an increase in the total PL score of 8.3 ( $\pm 9.3$ ) points ( $p=0.4$ ). Despite the non-significant increase, the increase in PL prevented the decline in MVPA found in adolescence [86]. Furthermore, in this same study, the authors found an association between PL and MVPA in post intervention ( $r = 0.76$ ;  $p \leq 0.01$ ) (no association at baseline). They therefore hypothesize that the increase in MVPA may occur when adolescents reach a certain level (threshold) of PL [54]. In other words, in individuals with a low PL level, it would first be necessary to increase the PL level in order to increase MVPA.

The long-term results of this study provide an answer to this hypothesis. Indeed, after 15 months of intervention (T2), LP was increased by 10.6 ( $\pm 9.1$ ) points ( $p \leq 0.01$ ) which resulted

in an increase in MVPA of 8.5 min/day ( $\pm 18.3$ ) ( $p= 0.09$ ) in our group of 14 adolescents. Despite the statistical non-significance,  $p= 0.09$  means that there is only a 9% chance that the null hypothesis ( $H_0$ ) is true (no effect of the intervention on MVPA).

The graphical representation (Figure 3) presents these results visually. Indeed, between T0 (baseline) and T1 (9 months), the increase in PL is greater than that of MVPA, whereas between T1 (9 months) and T2 (15 months), MVPA increases more consistently than LP. This seems to confirm the hypothesis of NezonDET et al., [54] that a prior increase in PL could increase MVPA in overweight and obese adolescents.

Another important result was that the increase in MVPA between baseline (T0) and T1 (+9 months) (+4.7 min/day ( $\pm 13.7$ ) ( $p= 0.20$ )) also persisted between T1 (+9 months) and T2 (+15 months) (+3.8 min/day ( $\pm 10.9$ ) ( $p= 0.35$ )). The intervention developing PL in overweight and obese adolescents therefore increased MVPA at +9 months but also maintained this increase over the longer term (+15 months). This increase moves the group from an "inactive" status (not meeting the WHO PA guidelines) to an "active" status (meeting the WHO PA guidelines) [87].

These results make it possible to answer one of the lacks found in the scientific literature. Indeed, in this population it is difficult to maintain the long-term effects of a PA intervention [26,35]. Prior development of PL through PA intervention appears to maintain results over the long term (+15 months).

#### 4.4 Strengths and limitations of the study

This study is the first to analyse the effects of a PA intervention to develop PL on improving health indicators in overweight and obese adolescents. The only interventional studies of PL development had focused on healthy children and adolescents [70,88,89]. This study also provides results in terms of interventional research on PA accompaniment of overweight and obese adolescents. Indeed, the implementation of a PA intervention based on the physical, cognitive and affective domains of PL allows an improvement at 15 months of the health indicators (body composition and CRF). Due to a lack of evidence in the current data, testing

the long-term effectiveness of an PA intervention on health indicators in overweight and obese adolescents is a research priority in this population [31,40].

This study is also notable for its evaluation methodology. In fact, all of the evaluation tools have a high degree of validity and reliability for the population studied and a high degree of sensitivity for the variables measured. The CAPL-2 assessing PL is now the most widely used assessment tool in the scientific literature on PL [90]. Regarding the assessment of body composition, CRF and MVPA, all measurements are quantitative and objective.

This study also has limitations. The main limitation is the lack of a randomized controlled design with no control group. To support the rigor of our results and to isolate the effect of an PL-based PA intervention, a randomized controlled design with three groups, a "PL-based PA intervention" group, a "standard PA intervention" group, and a control group would have been more appropriate. However, due to difficulties beyond the control of the authors of the study, this could not be done.

The small sample size also presents a limitation. A larger sample would have allowed for a lower dispersion (standard deviation) in the statistical results and a possibility to extend the results to the entire population of overweight and obese adolescents.

A final limitation of the study is that biological parameters such as changes in body composition (%BF and %SMM) due to growth were not controlled. In adolescents, growth influences the evolution of %BF and %SMM in girls and boys [91,92]. These parameters influence CRF but not PL levels.

Despite its limitations, this study provides new perspectives on PA interventions for overweight and obese adolescents. Indeed, developing an intervention in PA to first increase PL and not directly PA levels in overweight and obese adolescents could increase MVPA and improve their health indicators in the long term. This hypothesis needs to be confirmed by randomized controlled trials as well as by follow-up of post intervention health indicators.

Despite increasing research on the conceptualisation of PL, interventions based on its development for health objectives are still scarce in the literature [70,93]. To encourage the development of PL intervention, Carl et al, [48] point to the lack of harmonisation in interventions as well as the lack of technical information regarding intervention modalities.

For this purpose, a group of authors specialised in the concept of PL has set up a reporting template for interventions based on PL "Physical Literacy Interventions Reporting Template » (PLIRT) [94]. An interesting perspective would be to use the PLIRT reporting template to report on the CAPACITIES 64 intervention in a future protocol study.

## 5. Conclusion

This study shows that developing PL through a PA intervention in overweight and obese adolescents improves their health indicators and prevents a decline in PA levels. In fact, the CAPACITIES 64 intervention enabled the development of PL levels in the adolescent group, increased CRF and %SMM, and decreased %BF. After 15-month intervention, MVPA was also increased by 8.5 minutes per day. For overweight and obese adolescents, implementing PA interventions with the primary objective of developing PL can be an interesting strategy to promote health and PA behavior. These conclusions still need to be confirmed through the implementation of randomized controlled trials and post-intervention follow-up.

## 6. References

1. Organisation mondiale de la Santé Action mondiale accélérée en faveur de la santé des adolescents : orientations à l'appui de la mise en œuvre dans les pays; Organisation mondiale de la Santé: Genève, 2018; ISBN 978-92-4-251234-2.
2. WHO WHO European Regional Obesity: Report 2022; World Health Organization, Regional Office for Europe: Copenhagen, 2022; ISBN 978-92-890-5773-8.
3. Cole, T.J.; Lobstein, T. Extended International (IOTF) Body Mass Index Cut-Offs for Thinness, Overweight and Obesity: Extended International BMI Cut-Offs. *Pediatric Obesity* **2012**, *7*, 284–294, doi:10.1111/j.2047-6310.2012.00064.x.
4. Ang, Y.N.; Wee, B.S.; Poh, B.K.; Ismail, M.N. Multifactorial Influences of Childhood Obesity. *Curr Obes Rep* **2013**, *2*, 10–22, doi:10.1007/s13679-012-0042-7.
5. Jebeile, H.; Kelly, A.S.; O'Malley, G.; Baur, L.A. Obesity in Children and Adolescents: Epidemiology, Causes, Assessment, and Management. *The Lancet Diabetes & Endocrinology* **2022**, *10*, 351–365, doi:10.1016/S2213-8587(22)00047-X.
6. Larqué, E.; Labayen, I.; Flodmark, C.-E.; Lissau, I.; Czernin, S.; Moreno, L.A.; Pietrobelli, A.; Widhalm, K. From Conception to Infancy — Early Risk Factors for Childhood Obesity. *Nat Rev Endocrinol* **2019**, *15*, 456–478, doi:10.1038/s41574-019-0219-1.
7. Ang, Y.N.; Wee, B.S.; Poh, B.K.; Ismail, M.N. Multifactorial Influences of Childhood Obesity. *Curr Obes Rep* **2013**, *2*, 10–22, doi:10.1007/s13679-012-0042-7.
8. Poitras, V.J.; Gray, C.E.; Borghese, M.M.; Carson, V.; Chaput, J.-P.; Janssen, I.; Katzmarzyk, P.T.; Pate, R.R.; Connor Gorber, S.; Kho, M.E.; et al. Systematic Review of the Relationships between Objectively Measured Physical Activity and Health Indicators in School-Aged Children and Youth. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **2016**, *41*, S197–S239, doi:10.1139/apnm-2015-0663.
9. Raistenskis, J.; Sidlauskienė, A.; Strukcinskiene, B.; Baysal, S.U.; Buckus, R. Physical Activity and Physical Fitness in Obese, Overweight, and Normal-Weight Children. *Turk J Med Sci* **2016**, *9*.
10. Gilic, B.; Malovic, P.; Sunda, M.; Maras, N.; Zenic, N. Adolescents with Higher Cognitive and Affective Domains of Physical Literacy Possess Better Physical Fitness: The Importance of Developing the Concept of Physical Literacy in High Schools. *Children* **2022**, *9*, 796, doi:10.3390/children9060796.

11. Vega-Ramirez, L.; Pérez-Cañaveras, R.M.; De Juan Herrero, J. There Is an Inverse Correlation between Basic Motor Skills and Overweight in Schoolchildren Aged 8 to 12. *Children* **2021**, *8*, 1198, doi:10.3390/children8121198.
12. Lee, C.K.; Sim, Y.K.; Lee, J.-H.; Yook, J.S.; Ha, S.-M.; Seo, E.C.; So, W.-Y.; Kim, H.R.; Jeong, W.-M.; Goo, B.O.; et al. The Relationship between Body Composition and Physical Fitness and the Effect of Exercise According to the Level of Childhood Obesity Using the MGPA Model. *IJERPH* **2022**, *19*, 487, doi:10.3390/ijerph19010487.
13. Mendelson, M.; Michallet, A.-S.; Estève, F.; Perrin, C.; Levy, P.; Wuyam, B.; Flore, P. Ventilatory Responses to Exercise Training in Obese Adolescents. *Respiratory Physiology & Neurobiology* **2012**, *184*, 73–79, doi:10.1016/j.resp.2012.08.001.
14. Power, T.G.; Ullrich-French, S.C.; Steele, M.M.; Daratha, K.B.; Bindler, R.C. Obesity, Cardiovascular Fitness, and Physically Active Adolescents' Motivations for Activity: A Self-Determination Theory Approach. *Psychology of Sport and Exercise* **2011**, *12*, 593–598, doi:10.1016/j.psychsport.2011.07.002.
15. Darcy, M.; Parkinson, J.; McDonald, N.; Moriarty, S.; Kadariya, S.; Sapkota, D. Geographic Remoteness and Socioeconomic Disadvantage Reduce the Supportiveness of Food and Physical Activity Environments in Australia. *Australian and New Zealand Journal of Public Health* **2022**, *46*, 346–353, doi:10.1111/1753-6405.13227.
16. Stankov, I.; Olds, T.; Cargo, M. Overweight and Obese Adolescents: What Turns Them off Physical Activity? *Int J Behav Nutr Phys Act* **2012**, *9*, 53, doi:10.1186/1479-5868-9-53.
17. Tully, L.; Arthurs, N.; Wyse, C.; Browne, S.; Case, L.; McCrea, L.; O'Connell, J.M.; O'Gorman, C.S.; Smith, S.M.; Walsh, A.; et al. Guidelines for Treating Child and Adolescent Obesity: A Systematic Review. *Front Nutr* **2022**, *9*, 902865, doi:10.3389/fnut.2022.902865.
18. Kornet-van der Aa, D.A.; Altenburg, T.M.; van Randerad-van der Zee, C.H.; Chinapaw, M.J.M. The Effectiveness and Promising Strategies of Obesity Prevention and Treatment Programmes among Adolescents from Disadvantaged Backgrounds: A Systematic Review: Preventing and Treating Adolescent Obesity. *Obesity Reviews* **2017**, *18*, 581–593, doi:10.1111/obr.12519.
19. Psaltopoulou, T.; Tzanninis, S.; Ntanasis-Stathopoulos, I.; Panotopoulos, G.; Kostopoulou, M.; Tzanninis, I.-G.; Tsagianni, A.; Sergentanis, T.N. Prevention and Treatment of Childhood and Adolescent Obesity: A Systematic Review of Meta-Analyses. *World J Pediatr* **2019**, *15*, 350–381, doi:10.1007/s12519-019-00266-y.
20. NezonDET, C.; Toulouse, L.; Zunquin, G. Rôle et pratique de l'activité physique chez l'adolescent obèse. *EM-Consulte* **2021**, *17*, 3.
21. O'Malley, G.; Thivel, D. Physical Activity And Play In Children Who Are Obese.; 2015; p. 20.
22. Soares, R.; Brasil, I.; Monteiro, W.; Farinatti, P. Effects of Physical Activity on Body Mass and Composition of School-Age Children and Adolescents with Overweight or Obesity: Systematic Review Focusing on Intervention Characteristics. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* **2023**, *33*, 154–163, doi:10.1016/j.jbmt.2022.09.004.
23. Cesa, C.C.; Molino, G.O.G.; Lima, J.; Pereira, R.B.; Eibel, B.; Barbiero, S.M.; Schaan, B.D.; Pellanda, L.C. Physical Activity and Cardiovascular Risk Factors in Children: A Meta-Analysis Update. *International Journal of Cardiovascular Sciences* **2021**, doi:10.36660/ijcs.20210137.
24. Garcia-Hermoso, A.; López-Gil, J.F.; Ramírez-Vélez, R.; Alonso-Martínez, A.M.; Izquierdo, M.; Ezzatvar, Y. Adherence to Aerobic and Muscle-Strengthening Activities Guidelines: A Systematic Review and Meta-Analysis of 3.3 Million Participants across 32 Countries. *Br J Sports Med* **2022**, doi:10.1136/bjsports-2022-106189.
25. Brown, T.; Moore, T.H.; Hooper, L.; Gao, Y.; Zayegh, A.; Ijaz, S.; Elwenspoek, M.; Foxen, S.C.; Magee, L.; O'Malley, C.; et al. Interventions for Preventing Obesity in Children. *Cochrane Database of Systematic Reviews* **2019**, 2019, doi:10.1002/14651858.CD001871.pub4.
26. Mead, E.; Brown, T.; Rees, K.; Azevedo, L.B.; Whittaker, V.; Jones, D.; Olajide, J.; Mainardi, G.M.; Corpeleijn, E.; O'Malley, C.; et al. Diet, Physical Activity and Behavioural Interventions for the Treatment of Overweight or Obese Children from the Age of 6 to 11 Years. *Cochrane Database of Systematic Reviews* **2017**, 2017, doi:10.1002/14651858.CD012651.
27. Bauman, A.E.; Reis, R.S.; Sallis, J.F.; Wells, J.C.; Loos, R.J.; Martin, B.W. Correlates of Physical Activity: Why Are Some People Physically Active and Others Not? *The Lancet* **2012**, *380*, 258–271, doi:10.1016/S0140-6736(12)60735-1.
28. Simon, C.; Kellou, N.; Dugas, J.; Platat, C.; Copin, N.; Schweitzer, B.; Hausser, F.; Bergouignan, A.; Lefai, E.; Blanc, S. A Socio-Ecological Approach Promoting Physical Activity and Limiting Sedentary Behavior in Adolescence Showed Weight Benefits Maintained 2.5 Years after Intervention Cessation. *Int J Obes* **2014**, *38*, 936–943, doi:10.1038/ijo.2014.23.
29. Owen, M.B.; Curry, W.B.; Kerner, C.; Newson, L.; Fairclough, S.J. The Effectiveness of School-Based Physical Activity Interventions for Adolescent Girls: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Preventive Medicine* **2017**, *105*, 237–249, doi:10.1016/j.ypmed.2017.09.018.
30. Ash, T.; Agaronov, A.; Young, T.; Aftosmes-Tobio, A.; Davison, K.K. Family-Based Childhood Obesity Prevention Interventions: A Systematic Review and Quantitative Content Analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act* **2017**, *14*, 113, doi:10.1186/s12966-017-0571-2.
31. Foster, C.; Moore, J.B.; Singletary, C.R.; Skelton, J.A. Physical Activity and Family-based Obesity Treatment: A Review of Expert Recommendations on Physical Activity in Youth. *Clin Obes* **2018**, *8*, 68–79, doi:10.1111/cob.12230.

32. Lambrinou, C.-P.; Androutsos, O.; Karaglani, E.; Cardon, G.; Huys, N.; Wikström, K.; Kivelä, J.; Ko, W.; Karuranga, E.; Tsochev, K.; et al. Effective Strategies for Childhood Obesity Prevention via School Based, Family Involved Interventions: A Critical Review for the Development of the Feel4Diabetes-Study School Based Component. *BMC Endocr Disord* **2020**, *20*, 52, doi:10.1186/s12902-020-0526-5.
33. Nathan, N.; Hall, A.; McCarthy, N.; Sutherland, R.; Wiggers, J.; Bauman, A.E.; Rissel, C.; Naylor, P.-J.; Craddock, A.; Lane, C.; et al. Multi-Strategy Intervention Increases School Implementation and Maintenance of a Mandatory Physical Activity Policy: Outcomes of a Cluster Randomised Controlled Trial. *Br J Sports Med* **2022**, *56*, 385–393, doi:10.1136/bjsports-2020-103764.
34. Hodder, R.K.; O’Brien, K.M.; Lorien, S.; Wolfenden, L.; Moore, T.H.M.; Hall, A.; Yoong, S.L.; Summerbell, C. Interventions to Prevent Obesity in School-Aged Children 6-18 Years: An Update of a Cochrane Systematic Review and Meta-Analysis Including Studies from 2015–2021. *eClinicalMedicine* **2022**, *54*, 101635, doi:10.1016/j.eclinm.2022.101635.
35. Nooijen, C.F.J.; Galanti, M.R.; Engström, K.; Möller, J.; Forsell, Y. Effectiveness of Interventions on Physical Activity in Overweight or Obese Children: A Systematic Review and Meta-Analysis Including Studies with Objectively Measured Outcomes: Physical Activity Interventions. *Obesity Reviews* **2017**, *18*, 195–213, doi:10.1111/obr.12487.
36. Reinehr, T.; Kleber, M.; Toschke, A.M. Lifestyle Intervention in Obese Children Is Associated with a Decrease of the Metabolic Syndrome Prevalence. *Atherosclerosis* **2009**, *207*, 174–180, doi:10.1016/j.atherosclerosis.2009.03.041.
37. Vermeiren, E.; Bruyndonckx, L.; De Winter, B.; Verhulst, S.; Van Eyck, A.; Van Hoorenbeeck, K. The Effect of Weight Regain on Cardiometabolic Health in Children with Obesity: A Systematic Review of Clinical Studies. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* **2021**, *31*, 2575–2586, doi:10.1016/j.numecd.2021.05.020.
38. Cairney, J.; Dudley, D.; Kwan, M.; Bulten, R.; Kriellaars, D. Physical Literacy, Physical Activity and Health: Toward an Evidence-Informed Conceptual Model. *Sports Med* **2019**, *49*, 371–383, doi:10.1007/s40279-019-01063-3.
39. Whitehead, M. *Physical Literacy and Physical Education : Conceptual Mapping* 2006.
40. Paponetti, M.K.; Zwolski, C.; Porter, R.; Paterno, M.V. Leveraging the Construct of Physical Literacy to Promote Physical Activity for Youth with Obesity – A Qualitative Analysis of Physical Therapists’ Perceptions. *Obesity Pillars* **2023**, *5*, 100054, doi:10.1016/j.obpill.2022.100054.
41. Caldwell, H.A.T.; Di Cristofaro, N.A.; Cairney, J.; Bray, S.R.; MacDonald, M.J.; Timmons, B.W. Physical Literacy, Physical Activity, and Health Indicators in School-Age Children. *IJERPH* **2020**, *17*, 5367, doi:10.3390/ijerph17155367.
42. Lang, J.J.; Chaput, J.-P.; Longmuir, P.E.; Barnes, J.D.; Belanger, K.; Tomkinson, G.R.; Anderson, K.D.; Bruner, B.; Copeland, J.L.; Gregg, M.J.; et al. Cardiorespiratory Fitness Is Associated with Physical Literacy in a Large Sample of Canadian Children Aged 8 to 12 Years. **2018**, *13*.
43. Ma, R.-S.; Sum, R.K.-W.; Li, M.-H.; Huang, Y.; Niu, X.-L. Association between Physical Literacy and Physical Activity: A Multilevel Analysis Study among Chinese Undergraduates. *IJERPH* **2020**, *17*, 7874, doi:10.3390/ijerph17217874.
44. Kozera, T.R. *Physical Literacy in Children and Youth*, University of Manitoba, 2017.
45. Mendoza-Muñoz, M.; Barrios-Fernández, S.; Adsuar, J.C.; Pastor-Cisneros, R.; Risco-Gil, M.; García-Gordillo, M.Á.; Carlos-Vivas, J. Influence of Body Composition on Physical Literacy in Spanish Children. *Biology* **2021**, *10*, 482, doi:10.3390/biology10060482.
46. Delisle Nyström, C.; Traversy, G.; Barnes, J.D.; Chaput, J.-P.; Longmuir, P.E.; Tremblay, M.S. Associations between Domains of Physical Literacy by Weight Status in 8- to 12-Year-Old Canadian Children. *BMC Public Health* **2018**, *18*, 1043, doi:10.1186/s12889-018-5898-3.
47. Liu, Y.; Hadier, S.G.; Liu, L.; Hamdani, S.M.Z.H.; Hamdani, S.D.; Danish, S.S.; Fatima, S.U.; Guo, Y. Assessment of the Relationship between Body Weight Status and Physical Literacy in 8 to 12 Year Old Pakistani School Children: The PAK-IPPL Cross-Sectional Study. *Children* **2023**, *10*, 363, doi:10.3390/children10020363.
48. Carl, J.; Barratt, J.; Töpfer, C.; Cairney, J.; Pfeifer, K. How Are Physical Literacy Interventions Conceptualized? – A Systematic Review on Intervention Design and Content. *Psychology of Sport and Exercise* **2022**, *58*, 102091, doi:10.1016/j.psychsport.2021.102091.
49. Kwan, M.Y.W.; Graham, J.D.; Bedard, C.; Bremer, E.; Healey, C.; Cairney, J. Examining the Effectiveness of a Pilot Physical Literacy–Based Intervention Targeting First-Year University Students: The PLUS Program. *SAGE Open* **2019**, *9*, 215824401985024, doi:10.1177/2158244019850248.
50. NezonDET, C.; Gandrieau, J.; Nguyen, P.; Zunquin, G. Perceived Physical Literacy Is Associated with Cardiorespiratory Fitness, Body Composition and Physical Activity Levels in Secondary School Students. *Children* **2023**, *10*, 712, doi:10.3390/children10040712.
51. Quinart, S. *VALIDATION D’OUTILS ADAPTÉS POUR L’ÉVALUATION DE L’ENDURANCE CARDIORESPIRATOIRE CHEZ L’ADOLESCENT OBÈSE*, 2015.
52. Guedes, D.P.; Lopes, C.C. Validação da versão brasileira do Youth Risk Behavior Survey 2007. *Rev. Saúde Pública* **2010**, *44*, 840–850, doi:10.1590/S0034-89102010000500009.
53. Haute Autorité de Santé Guide du parcours de soins : surpoids et obésité de l’enfant et de l’adolescent(e); HAS, 2022; p. 151;.



54. NezonDET, C.; Gandrieau, J.; Bourrelrier, J.; Nguyen, P.; Zunquin, G. The Effectiveness of a Physical Literacy-Based Intervention for Increasing Physical Activity Levels and Improving Health Indicators in Overweight and Obese Adolescents (CAPACITES 64). *Children* **2023**, *10*, 956, doi:10.3390/children10060956.
55. Higgs, C.; Cairney, J.; Jurbala, P.; Dudley, D.; Way, R.; Mitchell, D.; Grove, J.; Verbeek, M.; Carey, A.; Ross-McManus, H.; et al. DÉVELOPPER LA LITTÉRATIE PHYSIQUE; Sport pour la vie; Sport pour la vie: Canada, 2019; p. 108;.
56. Howlett, N.; Trivedi, D.; Troop, N.A.; Chater, A.M. Are Physical Activity Interventions for Healthy Inactive Adults Effective in Promoting Behavior Change and Maintenance, and Which Behavior Change Techniques Are Effective? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Transl Behav Med* **2019**, *9*, 147–157, doi:10.1093/tbm/iby010.
57. Michie, S.; Richardson, M.; Johnston, M.; Abraham, C.; Francis, J.; Hardeman, W.; Eccles, M.P.; Cane, J.; Wood, C.E. The Behavior Change Technique Taxonomy (v1) of 93 Hierarchically Clustered Techniques: Building an International Consensus for the Reporting of Behavior Change Interventions. *Ann Behav Med* **2013**, *46*, 81–95, doi:10.1007/s12160-013-9486-6.
58. Léger, L.A.; Mercier, D.; Gadoury, C.; Lambert, J. The Multistage 20 Metre Shuttle Run Test for Aerobic Fitness. *J Sports Sci* **1988**, *6*, 93–101, doi:10.1080/02640418808729800.
59. Kwon, S.; Menezes, A.M.B.; Ekelund, U.; Wehrmeister, F.C.; Gonçalves, H.; da Silva, B.G.C.; Janz, K.F. Longitudinal Change in Physical Activity and Adiposity in the Transition from Adolescence to Early Adulthood: The 1993 Pelotas Cohort Study. *Int J Behav Nutr Phys Act* **2022**, *19*, 83, doi:10.1186/s12966-022-01321-0.
60. Romanzini, M.; Petroski, E.L.; Ohara, D.; Dourado, A.C.; Reichert, F.F. Calibration of ActiGraph GT3X, Actical and RT3 Accelerometers in Adolescents. *Eur J Sport Sci* **2014**, *14*, 91–99, doi:10.1080/17461391.2012.732614.
61. Troiano, R.P. Large-Scale Applications of Accelerometers: New Frontiers and New Questions. *Med Sci Sports Exerc* **2007**, *39*, 1501, doi:10.1097/mss.0b013e318150d42e.
62. Rich, C.; Geraci, M.; Griffiths, L.; Sera, F.; Dezateux, C.; Cortina-Borja, M. Quality Control Methods in Accelerometer Data Processing: Defining Minimum Wear Time. *PLoS One* **2013**, *8*, e67206, doi:10.1371/journal.pone.0067206.
63. Evenson, K.R.; Catellier, D.J.; Gill, K.; Ondrak, K.S.; McMurray, R.G. Calibration of Two Objective Measures of Physical Activity for Children. *J Sports Sci* **2008**, *26*, 1557–1565, doi:10.1080/02640410802334196.
64. Longmuir, P.E.; Gunnell, K.E.; Barnes, J.D.; Belanger, K.; Leduc, G.; Woodruff, S.J.; Tremblay, M.S. Canadian Assessment of Physical Literacy Second Edition: A Streamlined Assessment of the Capacity for Physical Activity among Children 8 to 12 Years of Age. *BMC Public Health* **2018**, *18*, 1047, doi:10.1186/s12889-018-5902-y.
65. Cornish, K.; Fox, G.; Fyfe, T.; Koopmans, E.; Pousette, A.; Pelletier, C.A. Understanding Physical Literacy in the Context of Health: A Rapid Scoping Review. *BMC Public Health* **2020**, *20*, 1569, doi:10.1186/s12889-020-09583-8.
66. Kesic, M.G.; Savicevic, A.J.; Peric, M.; Gilic, B.; Zenic, N. Specificity of the Associations between Indices of Cardiovascular Health with Health Literacy and Physical Literacy; A Cross-Sectional Study in Older Adolescents. *Medicina (Lithuania)* **2022**, *58*, doi:10.3390/medicina58101316.
67. Melby, P.S.; Nielsen, G.; Brønd, J.C.; Tremblay, M.S.; Bentsen, P.; Elsborg, P. Associations between Children's Physical Literacy and Well-Being: Is Physical Activity a Mediator? *BMC Public Health* **2022**, *22*, 1267, doi:10.1186/s12889-022-13517-x.
68. Anico, S.; Wilson, L.; Eyre, E.; Smith, E. The Effectiveness of School-Based Run/Walk Programmes to Develop Physical Literacy and Physical Activity Components in Primary School Children: A Systematic Review. *J Sports Sci* **2023**, *1*–19, doi:10.1080/02640414.2023.2174720.
69. Breheny, K.; Passmore, S.; Adab, P.; Martin, J.; Hemming, K.; Lancashire, E.R.; Frew, E. Effectiveness and Cost-Effectiveness of The Daily Mile on Childhood Weight Outcomes and Wellbeing: A Cluster Randomised Controlled Trial. *Int J Obes* **2020**, *44*, 812–822, doi:10.1038/s41366-019-0511-0.
70. Carl, J.; Barratt, J.; Wanner, P.; Töpfer, C.; Cairney, J.; Pfeifer, K. The Effectiveness of Physical Literacy Interventions: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Med* **2022**, *52*, 2965–2999, doi:10.1007/s40279-022-01738-4.
71. Britton, Ú.; Belton, S.; Peers, C.; Issartel, J.; Goss, H.; Roantree, M.; Behan, S. Physical Literacy in Children: Exploring the Construct Validity of a Multidimensional Physical Literacy Construct. *European Physical Education Review* **2022**, doi:10.1177/1356336X221131272.
72. Ortega, F.B.; Silventoinen, K.; Tynelius, P.; Rasmussen, F. Muscular Strength in Male Adolescents and Premature Death: Cohort Study of One Million Participants. *BMJ* **2012**, *345*, e7279, doi:10.1136/bmj.e7279.
73. Ruiz, J.R.; Castro-Piñero, J.; Artero, E.G.; Ortega, F.B.; Sjostrom, M.; Suni, J.; Castillo, M.J. Predictive Validity of Health-Related Fitness in Youth: A Systematic Review. *British Journal of Sports Medicine* **2009**, *43*, 909–923, doi:10.1136/bjism.2008.056499.
74. Castro-Piñero, J.; Padilla-Moledo, C.; Ortega, F.B.; Moliner-Urdiales, D.; Keating, X.; Ruiz, J.R. Cardiorespiratory Fitness and Fatness Are Associated with Health Complaints and Health Risk Behaviors in Youth. *J Phys Act Health* **2012**, *9*, 642–649, doi:10.1123/jpah.9.5.642.
75. Johansson, L.; Brissman, M.; Morinder, G.; Westerståhl, M.; Marcus, C. Reference Values and Secular Trends for Cardiorespiratory Fitness in Children and Adolescents with Obesity. *Acta Paediatr* **2020**, *109*, 1665–1671, doi:10.1111/apa.15163.

76. Schmidt, M.D.; Dwyer, T.; Magnussen, C.G.; Venn, A.J. Predictive Associations between Alternative Measures of Childhood Adiposity and Adult Cardio-Metabolic Health. *Int J Obes (Lond)* **2011**, *35*, 38–45, doi:10.1038/ijo.2010.205.
77. Wittekind, S.G.; Powell, A.W.; Opotowsky, A.R.; Mays, W.W.; Knecht, S.K.; Rivin, G.; Chin, C. Skeletal Muscle Mass Is Linked to Cardiorespiratory Fitness in Youth. *Medicine & Science in Sports & Exercise* **2020**, *52*, 2574–2580, doi:10.1249/MSS.0000000000002424.
78. Guerra, P.H.; Nobre, M.R.C.; da Silveira, J.A.C.; de Aguiar Carrazedo Taddei, J.A. The Effect of School-Based Physical Activity Interventions on Body Mass Index: A Meta-Analysis of Randomized Trials. *Clinics* **2013**, *68*, 1263–1273, doi:10.6061/clinics/2013(09)14.
79. Ortega, F.B.; Ruiz, J.R.; Labayen, I.; Lavie, C.J.; Blair, S.N. The Fat but Fit Paradox: What We Know and Don't Know about It. *Br J Sports Med* **2018**, *52*, 151–153, doi:10.1136/bjsports-2016-097400.
80. Pozuelo-Carrascosa, D.P.; Martínez-Vizcaíno, V.; Torres-Costoso, A.; Martínez, M.S.; Rodríguez-Gutiérrez, E.; Garrido-Miguel, M. "Fat but Fit" Paradox and Cardiometabolic Risk in Children: The Role of Physical Activity. *Child Obes* **2022**, doi:10.1089/chi.2022.0073.
81. García-Hermoso, A.; Ezzatvar, Y.; Ramírez-Vélez, R.; Olloquequi, J.; Izquierdo, M. Is Device-Measured Vigorous Physical Activity Associated with Health-Related Outcomes in Children and Adolescents? A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Sport Health Sci* **2021**, *10*, 296–307, doi:10.1016/j.jshs.2020.12.001.
82. Söğüt, M.; Clemente, F.M.; Clark, C.C.T.; Nikolaidis, P.T.; Rosemann, T.; Knechtle, B. Variations in Central Adiposity, Cardiovascular Fitness, and Objectively Measured Physical Activity According to Weight Status in Children (9-11 Years). *Front Physiol* **2019**, *10*, 936, doi:10.3389/fphys.2019.00936.
83. Van Dyck, D.; Barnett, A.; Cerin, E.; Conway, T.L.; Esteban-Cornejo, I.; Hinckson, E.; Rubín, L.; Rush, E.; Baron-Epel, O.; Cain, K.L.; et al. Associations of Accelerometer Measured School- and Non-School Based Physical Activity and Sedentary Time with Body Mass Index: IPEN Adolescent Study. *Int J Behav Nutr Phys Act* **2022**, *19*, 85, doi:10.1186/s12966-022-01324-x.
84. Gauthier, K.I.; Krajcicek, M.J. Obesogenic Environment: A Concept Analysis and Pediatric Perspective. *J Spec Pediatr Nurs* **2013**, *18*, 202–210, doi:10.1111/jspn.12027.
85. Al-Khudairy, L.; Loveman, E.; Colquitt, J.L.; Mead, E.; Johnson, R.E.; Fraser, H.; Olajide, J.; Murphy, M.; Velho, R.M.; O'Malley, C.; et al. Diet, Physical Activity and Behavioural Interventions for the Treatment of Overweight or Obese Adolescents Aged 12 to 17 Years. *Cochrane Database Syst Rev* **2017**, *6*, CD012691, doi:10.1002/14651858.CD012691.
86. Currie, C.; Zanotti, C.; Morgan, A.; Currie, D.; de Looze, M.; Roberts, C.; Samdal, O.; Smith, O.R.; Barnekow, V. Social Determinants of Health and Well-Being among Young People: Health Behaviour in School-Aged Children (HBSC) Study: International Report from the 2009/2010 Survey; World Health Organization. Regional Office for Europe, 2012; ISBN 978-92-890-1423-6.
87. Chaput, J.-P.; Willumsen, J.; Bull, F.; Chou, R.; Ekelund, U.; Firth, J.; Jago, R.; Ortega, F.B.; Katzmarzyk, P.T. 2020 WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour for Children and Adolescents Aged 5–17 Years: Summary of the Evidence. *Int J Behav Nutr Phys Act* **2020**, *17*, 141, doi:10.1186/s12966-020-01037-z.
88. George, A.M.; Rohr, L.E.; Byrne, J. Impact of Nintendo Wii Games on Physical Literacy in Children: Motor Skills, Physical Fitness, Activity Behaviors, and Knowledge. *Sports (Basel)* **2016**, *4*, 3, doi:10.3390/sports4010003.
89. Kriellaars, D.J.; Cairney, J.; Bortoleto, M.A.C.; Kiez, T.K.M.; Dudley, D.; Aubertin, P. The Impact of Circus Arts Instruction in Physical Education on the Physical Literacy of Children in Grades 4 and 5. *Journal of Teaching in Physical Education* **2019**, *38*, 162–170, doi:10.1123/jtpe.2018-0269.
90. Mendoza-Muñoz, M.; Vega-Muñoz, A.; Carlos-Vivas, J.; Denche-Zamorano, Á.; Adsuar, J.C.; Raimundo, A.; Salazar-Sepúlveda, G.; Contreras-Barraza, N.; Muñoz-Urtubia, N. The Bibliometric Analysis of Studies on Physical Literacy for a Healthy Life. *Int J Environ Res Public Health* **2022**, *19*, 15211, doi:10.3390/ijerph192215211.
91. Kuruvilla, S.; Bustreo, F.; Kuo, T.; Mishra, C.; Taylor, K.; Fogstad, H.; Gupta, G.R.; Gilmore, K.; Temmerman, M.; Thomas, J.; et al. The Global Strategy for Women's, Children's and Adolescents' Health (2016–2030): A Roadmap Based on Evidence and Country Experience. *Bull World Health Organ* **2016**, *94*, 398–400, doi:10.2471/BLT.16.170431.
92. Malina, R.M.; Beunen, G.; Lefevre, J.; Woynarowska, B. Maturity-Associated Variation in Peak Oxygen Uptake in Active Adolescent Boys and Girls. *Ann Hum Biol* **1997**, *24*, 19–31, doi:10.1080/03014469700004742.
93. Young, L.; O'Connor, J.; Alfrey, L. Physical Literacy: A Concept Analysis. *Sport, Education and Society* **2020**, *25*, 946–959, doi:10.1080/13573322.2019.1677586.
94. Carl, J.; Barratt, J.; Arbour-Nicitopoulos, K.P.; Barnett, L.M.; Dudley, D.A.; Holler, P.; Keegan, R.; Kwan, M.; Scurati, R.; Sum, R.K.-W.; et al. Development, Explanation, and Presentation of the Physical Literacy Interventions Reporting Template (PLIRT). *Int J Behav Nutr Phys Act* **2023**, *20*, 21, doi:10.1186/s12966-023-01423-3.

### 3.4.1 Synthèse de l'étude 4

L'étude 3 présente les résultats préliminaires des effets de l'intervention CAPACITES 64. Après 9 mois d'intervention, la LP des 14 adolescents en situation de surpoids et d'obésité a augmenté en moyenne de 8.3 ( $\pm 9.3$ ) points ( $p \leq 0.01$ ). Les résultats ont également montré une amélioration de leurs APMV (+4.6 min/jour ( $\pm 13.7$ )) ( $p = 0.36$ ) et de certains indicateurs de santé (IMC z score (-0.3 ( $\pm 0.3$ )), %MG (-3.8% ( $\pm 4.9$ )), CCR (+1.5 mL·min·kg<sup>-1</sup> ( $\pm 1.7$ )) et %MMS (+2.2% ( $\pm 2.8$ )) ; ( $p \leq 0.01$ ). L'étude 4 avait donc pour but d'étudier les effets à long terme (15 mois) de l'intervention CAPACITES 64 en répondant à deux questions : 1) CAPACITES 64 peut-elle permettre d'augmenter la LP et les indicateurs de santé sur le long terme chez des adolescents en situation de surpoids et d'obésité ? et 2) L'augmentation préalable de la LP entre T0 et T1 permet-elle d'amorcer une augmentation des APMV à plus long terme (T2) dans cette population ?

Premièrement, après 15 mois d'intervention, le score total de LP a été augmenté de 10.6 ( $\pm 9.1$ ) points ( $p \leq 0.01$ ) avec une augmentation sur l'ensemble des quatre dimensions (physique, cognitif, affectif et comportemental). Cette amélioration à long terme est également retrouvée pour les indicateurs de santé des adolescents en surpoids et obèses. En effet, le %MG a diminué de 4.5% ( $\pm 1.8$ ), l'IMC zscore de -0.4 ( $\pm 0.4$ ) ( $p \leq 0.01$ ) et le %SMM a augmenté de 2.6 ( $\pm 2.7$ ) ( $p \leq 0.01$ ). On retrouve également une amélioration de la CRR de 2.7 ml.min.kg-1 ( $\pm 2.1$ ) ( $p \leq 0.01$ ). Ces résultats sont encourageants quand on connaît la difficulté d'améliorer la santé de ces adolescents sur le long terme par des interventions en AP (Nooijen et al., 2017; Safdie et al., 2013).

Deuxièmement, l'hypothèse formulée dans l'étude 3, à savoir qu'un développement préalable de la LP est nécessaire pour augmenter les niveaux d'AP dans cette population s'est partiellement vérifiée dans l'étude 4. En effet, nous retrouvons une augmentation des APMV de 8.5 min/jour ( $\pm 18.3$ ) ( $p = 0.09$ ) après 15 mois. Après 9 mois d'intervention, les APMV avaient augmenté de 4.7 min/day ( $\pm 13.7$ ) ( $p = 0.20$ ). Ces résultats nous montrent que l'augmentation de la LP pendant 15 mois a permis une augmentation des APMV sur l'ensemble de l'intervention avec une significativité statistique plus forte à 15 mois vs 9 mois. Cette augmentation des APMV a permis aux adolescents en situation de surpoids et d'obésité

d'éviter un déclin de ces mêmes APMV normalement présent à l'adolescence (Currie et al., 2012). De plus, cette augmentation de 8.5 min/jour a permis de faire passer le groupe d'adolescents d'un profil « inactif » à un profil « actif » (en accord avec les recommandations en AP de l'OMS) (Chaput et al., 2020). Un suivi longitudinal post intervention est maintenant nécessaire pour affirmer les effets à long terme (autonomie) de l'intervention CAPACITES 64 sur les niveaux de LP, les APMV et l'amélioration des indicateurs de santé. L'utilisation de modèles statistiques de type Structural Equation Modeling (SEM) pourrait permettre d'identifier les variables influençant les APMV.

Concernant l'intervention CAPACITES 64, l'adhésion est restée similaire à celle des 9 premiers mois avec 52,8% d'adhésion sur les 22 séances mises en place entre septembre 2022 et décembre 2022. L'après intervention CAPACITES 64 a également été préparée pour les adolescents avec une inclusion de 10 sur 14 adolescents dans une association sportive et un créneau « AP loisir ». Les quatre adolescents n'ayant pas choisi l'association sportive ont continué en pratique autonome.

# 4) Discussion générale et conclusion

### 4.1.1 Discussion générale

Ce travail doctoral a permis de publier une synthèse « Rôle et pratique de l'activité physique chez l'adolescent obèse » (Etude 1) concernant la PEC des adolescents en situation de surpoids et d'obésité. La synthèse des publications les plus récentes concernant la PEC de l'adolescent par cette publication (Bull et al., 2020; Hu et al., 2021; Latimer-Cheung et al., 2016; O'Malley & Thivel, 2015; C. F. Williams et al., 2019) a pu amener à des conclusions sur la PEC spécifiques en APA de ce public : L'amélioration de la CP ainsi que des marqueurs anthropométriques et de la composition corporelle par une AP régulière intégrée à un mode de vie actif (déplacements quotidiens), le développement des habiletés motrices, l'élaboration d'un programme éducatif permettant d'augmenter les compétences et connaissances sur l'AP des adolescents et la prise en compte du contexte familial et de l'environnement physique et culturel de l'adolescent.

Cette synthèse de la littérature montre donc l'intérêt d'une approche globale de la PEC de l'adolescent en utilisant le modèle socio-écologique et l'intérêt du développement de la LP pour ce type de public (Bauman et al., 2012; Cui et al., 2015). Les résultats des interventions prenant en compte les indicateurs de santé (la composition corporelle et l'IMC) et l'augmentation des APMV restent encore très hétérogènes (Mead et al., 2017; Soares et al., 2023). D'un point de vue méthodologique, les études présentent également des manques liés au suivi longitudinal à long terme des adolescents et la nécessité de développer de nouvelles stratégies interventionnelles qui intègrent les dimensions physique, cognitive affective et comportementale de l'AP (Kebbe et al., 2017; Nooijen et al., 2017; Stankov et al., 2012).

Les manques soulevés dans notre étude 1 concernant la PEC en AP des adolescents en situation de surpoids et d'obésité nous ont amené à s'intéresser au concept de LP (Whitehead, 2010) dans la deuxième partie du cadre de littérature. Considérée par certains auteurs comme un déterminant de la santé et ayant des associations fortes avec plusieurs indicateurs de santé (CCR, composition corporelle) et les NAP (Caldwell et al., 2020; Shearer et al., 2021), le développement de la LP semble indiqué pour notre population. Une réflexion s'est engagée sur la construction d'interventions notamment en APA basées sur le développement de la LP. D'autant plus, cette LP permet d'agir sur les dimensions physiques, cognitives, affectives et

comportementales souvent limitantes à la pratique d'AP chez les adolescents en surpoids et obèses (Paponetti et al., 2023). A cette période, aucune étude interventionnelle n'avait été expérimentée chez ce public.

Partant de ces constats, ce travail doctoral visait à développer un programme d'intervention basé sur le développement de la LP ayant pour objectif final d'augmenter leurs APMV et d'améliorer leur santé. La particularité de ce programme était de mettre en place un travail de PEC avec des acteurs dont les échanges sont limités voire inexistant en recherche clinique (Education Nationale, Hôpital, Associations). Ce programme d'intervention utilise une approche systémique fondée sur le modèle socio-écologique en utilisant les leviers environnementaux de l'adolescent considérés comme primordiaux pour la réussite de la PEC (scolaire, familial, institutionnel). Ce programme répond également à une absence locale de PEC en AP pour les adolescents en situation de surpoids et d'obésité dans notre département. Avant la mise en place de l'intervention (études 3 et 4), l'étude 2 a permis « d'évaluer et étudier les relations entre la LP, la composition corporelle, la CCR et les niveaux d'AP chez des adolescents ». L'étude 2 apporte plusieurs résultats novateurs : nous avons confirmé le fait qu'il existe des associations fortes avec plusieurs indicateurs de santé chez les adolescents (Lang et al., 2018; Mendoza-Muñoz et al., 2021). Nous retrouvons des associations positives entre la LP et la CCR ( $r = 0.40$ ;  $p \leq 0.05$ ), la LP et le %MMS ( $r = 0,36$  ;  $p \leq 0.01$ ) ainsi qu'une association négative entre la LP et le %MG ( $r = -0,43$  ;  $p \leq 0.01$ ). Malgré le fait que la LP ne soit pas significativement associée à l'IMC ( $r = -0,19$ ;  $p = 0.096$ ), les résultats soulignent le fait que les adolescents ayant les scores de LP les plus faibles sont ceux regroupant des paramètres retrouvés chez les adolescents en situation de surpoids et d'obésité (Delisle Nyström et al., 2018; Mendoza-Muñoz et al., 2021). En effet, un %MG élevé et une CCR faible sont retrouvés chez les adolescents ayant un faible niveau de LP. Ces résultats sont en accord avec les premières études s'intéressant aux relations entre la LP et les indicateurs de santé chez les adolescents (Caldwell et al., 2020; Mendoza-Muñoz et al., 2021). Les adolescents en situation de surpoids et d'obésité ont également plus tendance à être inactifs que leurs homologues normo-pondérés (Söğüt et al., 2019; Van Dyck et al., 2022). Les résultats de l'étude 2 montrent une association entre les niveaux de LP et les APMV dans notre population française ( $r = 0,38$  ;  $p \leq 0.01$ ). Ce qui signifie que les adolescents ayant les niveaux de LP les plus faibles sont

également ceux ayant les APMV les plus faibles (Clark et al., 2022). Les associations entre le niveau de LP, indicateurs de santé et APMV n'avaient jamais été montrées pour une population d'adolescents français.

Dans notre étude, l'évaluation de la santé et des NAP dans notre population nous a permis d'identifier des profils d'adolescents à risque présentant des niveaux de LP faible corrélés à un % de MG élevé et un % de MMS faible et des APMV faibles. Pour ces adolescents spécifiquement repérés, il apparait nécessaire d'expérimenter un développement de la LP par une étude interventionnelle (études 3 et 4).

Malgré ses résultats encourageants et ses perspectives, l'étude 2 présente quelques limites principalement méthodologiques :

-l'étude ne permet pas d'effectuer des liens de causalité, mais uniquement des corrélations entre la variable indépendante (LP) et les différentes variables dépendantes (IMC, composition corporelle, CCR et APMV). Des études interventionnelles randomisées contrôlées sont nécessaires pour cela.

-La nécessité d'une taille d'échantillon plus importante avec des individus en situation de surpoids et d'obésité et présentant une inactivité physique.

Les résultats originaux de l'étude 2 en matière d'associations entre la LP, la CCR, la composition corporelle et les APMV, nous ont permis de nous interroger sur les effets d'une intervention en APA basée sur le développement de la LP dans notre population cible. Les études 3 et 4 ont contribué à répondre aux deux objectifs concernant les effets à long terme de l'intervention sur les NAP et la santé :

-une intervention à moyen terme basée sur le développement de la LP permet-elle d'augmenter les NAPQ et d'améliorer la santé des adolescents en situation de surpoids et d'obésité ?

-La prolongation à long terme de l'intervention basée sur le développement de la LP permet-elle de maintenir les NAPQ et les bénéfices sur la santé obtenus à moyen terme ?

L'intervention CAPACITES 64 a duré 15 mois et s'est appuyée sur les recommandations en AP spécifiques à cette population (O'Malley & Thivel, 2015) et sur le modèle socio-écologique (J.



F. Sallis et al., 2006). Les effets principaux recherchés étaient une augmentation de la LP chez les 14 adolescents afin d'améliorer la CCR, la composition corporelle (%MG et %MMS) et augmenter les APMV. Cette intervention a pu apporter des réponses aux interrogations soulevées dans l'analyse de la littérature (prise en compte de l'ensemble des limitations à l'AP, mise en place d'une intervention à long terme, basée sur le développement de la LP pour notre population). Tout d'abord, CAPACITES 64 est la première étude interventionnelle basée sur le développement de la LP pour les adolescents en surpoids et obèses. Les études 3 et 4 montrent une augmentation croissante du score moyen de LP aux différents moments de la PEC (+ 7.9 ( $\pm 9.1$ ) à T1 et +10.6 ( $\pm 9.1$ ) points à T2 ( $p \leq 0.01$ )). On observe une augmentation significative sur deux dimensions (physique et cognitive) et non significative sur la dimension affective et comportementale. Nos résultats semblent être en accord avec les interventions ciblées sur les adolescents sains (Anico et al., 2023; Carl, Barratt, Wanner, et al., 2022; Kwan et al., 2019). Les résultats non significatifs de l'intervention sur les dimensions affective et comportementale de la LP peuvent être dus aux scores initiaux de l'échantillon ou à l'outil de mesure de la LP (Britton et al., 2022).

L'analyse de la littérature scientifique a identifié comme problème la mise en place d'intervention à long terme et l'évaluation de leurs effets sur les indicateurs de santé (Mead et al., 2017). Notre intervention, répondant à ces limites a permis de diminuer l'IMC zscore de -0.4 ( $\pm 0.4$ ) ( $p \leq 0.01$ ), le %MG de -4.5% ( $\pm 1.8$ ), augmenter le %SMM de 2.6 ( $\pm 2.7$ ) ( $p \leq 0.01$ ) et la CRR de 2.7 ml.min.kg-1 ( $\pm 2.1$ ) ( $p \leq 0.01$ ). L'étude 3 a montré une augmentation non significative des APMV +4.6 min/jour ( $\pm 13.7$ ) ( $p = 0.36$ ). Cette étude a également montré l'apparition d'une corrélation significative entre la variable APMV et la LP après l'intervention. Ainsi, nous avons émis l'hypothèse que l'augmentation des APMV dans notre population était liée à l'atteinte d'un certain niveau de LP et notamment pour les adolescents ayant les niveaux de LP les plus faibles.

L'étude 4 confirme cette hypothèse car nous retrouvons une augmentation à plus long terme des APMV avec +8.5 min/jour ( $\pm 18.3$ ) ( $p = 0.09$ ) après les 15 mois d'intervention. On retrouve une diminution de la p-value entre T1 et T0 ( $p = 0,20$ ) et entre T2 et T0 ( $p = 0.09$ ). Bien que cette amélioration ne soit pas statistiquement significative, une amélioration clinique est visible. En effet, le groupe d'adolescents est passé d'une moyenne d'APVM qui traduit un

groupe inactif physiquement (54.5 min/J) à une moyenne d'APVM qui traduit un groupe actif physiquement (63.0 min/J) (Bull et al., 2020).

Il existe un délai important entre la fin de l'intervention et les effets notables ou visibles en ce qui concerne les APMV ce qui nécessite un suivi longitudinal à long terme (Nooijen et al., 2017).

La représentation graphique (figure n°2 étude 4) montre que la relation entre la LP et l'AP se renforce tout au long de l'intervention. En effet, à T0 la relation n'est pas significative ( $r = 0.39$ ;  $p = 0.16$ ) alors qu'à T1 et T2 elle devient significative avec une augmentation de la force de cette relation ( $r = 0.73$ ;  $p \leq 0.01$  à T1 et  $r = 0.85$ ;  $p \leq 0.01$  à T2).

Avec l'ensemble de ces résultats, il semble que l'amélioration préalable du niveau de LP dans cette population soit une stratégie intéressante pour augmenter les APMV. Le développement de la LP semble être une voie à privilégier pour la PEC des adolescents (quel que soit leur statut pondéral) (Carl, Barratt, et al., 2023; Clark et al., 2022; Paponetti et al., 2023).

Notre intervention n'a cependant pas pu déterminer si l'augmentation de la LP était la cause ou la conséquence unique à l'augmentation des APMV. Etudier cet effet de cause-conséquence nécessite une étude randomisée contrôlée avec trois groupes : 1) groupe intervention développant la LP, 2) groupe intervention en AP « standard » et 3) groupe témoin ou l'utilisation de modèles statistiques mathématiques plus complexes (Structural Equation Modeling (SEM)). L'absence de groupe contrôle est une des limites de nos études 3 et 4. La petite taille de l'échantillon et le non-contrôle des variables biologiques telles que la croissance sont deux autres limites de ces études.

Les résultats encourageants à 15 mois de l'intervention en LP « CAPACITES 64 » sur l'augmentation des APMV et l'amélioration des indicateurs de santé doivent être complétés par une évaluation de suivi après intervention. Cela permettra de montrer que les effets de l'intervention CAPACITES 64 se maintiennent lorsque l'adolescent devient autonome et d'apporter des éléments sur le maintien du niveau de LP à long terme.

Les résultats de l'étude 2 montrent des liens entre LP et AP. Ces liens ont déjà été constatés dans différentes études s'intéressant à la LP (Cairney, Dudley, et al., 2019; Carl, Barratt, et al., 2023; Young et al., 2020). Cairney et al, ont également modélisé les liens entre LP, AP et la

santé, ceux-ci suggèrent que les NAP pourraient être une cause et une conséquence des niveaux de LP (Cairney, Dudley, et al., 2019). En effet, le développement de la LP peut se faire par la pratique d'AP structurée et non structurée, mais l'augmentation des niveaux de LP permet un engagement plus important dans la pratique d'AP.

Plusieurs auteurs ont également souligné l'omniprésence de la composante physique par rapport aux dimensions affective, cognitive et comportementale (Carl, Barratt, et al., 2023; Gandrieau et al., 2023). Le terme "physique" dans LP peut entretenir la vision exclusivement physique de ce concept et les confusions qu'il a pu entraîner (savoir-faire physique ou habiletés motrices). Ainsi l'utilisation du terme "littératie en AP" pourrait être plus adapté pour ancrer la notion globale de LP. D'autre part, l'évolution de la définition de l'AP de Piggin et al, (Piggin, 2020) « L'activité physique implique que les personnes bougent, agissent et performant dans des espaces et des contextes culturels spécifiques et sont influencées par un éventail unique d'intérêts, d'émotions, d'idées, d'instructions et de relations » va dans ce sens.

Certaines recommandations sur la place de la LP dans la prise en charge en AP des adolescents en situation de surpoids et d'obésité découlent de ce travail de recherche :

- Le développement de la LP chez les adolescents en situation de surpoids et d'obésité est compatible aux recommandations actuelles concernant la prise en charge en AP (recommandations pratiques en AP et intégration de l'environnement physique et social)
- le développement de la LP semble initier l'augmentation des niveaux d'AP par l'amélioration des déterminants physiques, psycho-motivationnels et sociaux influençant la pratique d'AP
- mais la LP ne peut pas être considérée comme stratégie unique à la prise en charge en AP dans cette population
- le développement de la LP est propre à chaque individu (curriculum)
- Il est nécessaire de continuer à étudier la place de la LP dans la prise en charge en APA pour les différents types d'obésités pédiatriques (complexe et non complexe) par des études avec des échantillons plus larges ainsi que par les associations du niveau de LP sur les niveaux d'AP (d'intensité faible, moyenne et vigoureuse) et le comportement sédentaire.

Les résultats obtenus avec ce travail doctoral et l'ensemble des études réalisées nous permettent d'envisager un certain nombre de perspectives de recherche et d'applications cliniques.

### **Perspectives de recherche**

La rédaction du cadre de littérature de ce travail doctoral a soulevé un manque de connaissances concernant :

-La comparaison des APMV entre les adolescents en situation de surpoids et d'obésité et les adolescents normo-pondérés

-Les effets des interventions basées sur la LP sur l'augmentation des APMV chez les enfants et les adolescents.

L'élaboration de deux revues systématiques sur ces thématiques pourra permettre d'éclaircir les connaissances sur ces thématiques pour construire des interventions plus adaptées.

En effet, la recherche interventionnelle en LP nécessite une harmonisation dans la conception et la description des interventions (Carl, Barratt, Töpfer, et al., 2022). Pour répondre à une partie de ces limites méthodologiques, Carl et al, (Carl, Barratt, et al., 2023) ont mis en place un outil favorisant l'harmonisation des interventions en LP : l'outil PLIRT. Cet outil méthodologique précédemment décrit nous amène à préciser les modalités dans la description de notre intervention CAPACITES 64 et permettra d'effectuer des comparaisons avec les autres recherches interventionnelles ciblées sur la LP. Ainsi, nous avons donc repensé le descriptif de l'intervention CAPACITES 64 en utilisant ce modèle (tableau n°7).

Tableau 7 : *Utilisation du modèle PLIRT (Carl, Barratt, et al., 2023) pour le rapport de l'intervention CAPACITES 64*

Numéro items	Description PLIRT	Intervention CAPACITES 64
1	Le nom « Littératie Physique » et son rôle doivent apparaître dans le titre	Intervention basée sur le développement de la LP pour l'amélioration des indicateurs de santé et l'augmentation des niveaux d'AP chez les adolescents en situation de surpoids et obèses (CAPACITES 64)

2	Décrire l'utilité de la LP pour la population concernée par l'intervention	La PL est considérée comme un modèle théorique pertinent pour l'engagement dans l'AP pour la santé tout au long de la vie. Ce modèle, qui repose sur quatre domaines interdépendants : la compétence physique (domaine physique), la confiance et la motivation (domaine affectif), la connaissance et la compréhension (domaine cognitif) et la participation sociale (domaine comportemental), commence à être associé de manière positive aux indicateurs de santé.
5a	<u>Evaluation quantitative :</u> Choisir une évaluation multidimensionnelle de la LP. Définir les différents paramètres psychométriques	Utilisation de l'outil d'évaluation CAPL-2
8	Décrire l'ensemble des détails de l'intervention basée sur la LP	Partie « Specific Actions to Develop PL and Increase PA » dans l'étude 3
13	Discuter les limites de l'intervention basée sur la LP. Discuter des possibles modifications par rapport à l'intervention initialement prévue	La principale limite est l'absence d'un modèle contrôlé et randomisé. Pour soutenir la rigueur de nos résultats et isoler l'effet d'une intervention basée sur la LP, un modèle contrôlé randomisé avec trois groupes, un groupe "intervention basée sur la LP", un groupe "intervention d'AP standard", et un groupe de contrôle aurait été plus approprié.

L'identification des points-clés spécifiques aux interventions grâce à ce modèle permettra de repérer le niveau d'efficacité des modalités en fonction du public.

Ce travail doctoral a intégré l'approche conceptuelle de la LP, son évaluation et son développement et confirme que cette stratégie de mise en place est prometteuse pour améliorer la PEC même si ce travail présente des limites méthodologiques. Nos résultats devront être approfondis par la mise en place d'études (interventionnelles) contrôlées et randomisées de grande ampleur. Un suivi post interventionnel à long terme est également nécessaire en particulier pour notre population dans laquelle les habitudes de vie reposent dans un environnement davantage propice à leur oubli (Mead et al., 2017; Vermeiren et al., 2021). De plus, aucune étude interventionnelle sur la LP n'a utilisé des indicateurs de santé dans leur suivi. Ces besoins méthodologiques et évaluatifs représentent deux perspectives de recherche importantes dans ce champ.

Dans un contexte de promotion de la santé, la LP est un concept clé (Cornish et al., 2020) car elle est considérée comme un déterminant de santé et a pour objectif une pratique physique tout au long de la vie (Cairney, Dudley, et al., 2019; Whitehead, 2001). Intégrer l'application

de ce concept dès l'enfance pourrait être judicieux quand on connaît l'importance de l'acquisition de comportements favorables à la santé à cet âge pour le pérenniser à l'âge adulte, et cela notamment pour limiter l'ampleur du développement du surpoids et de l'obésité durant l'enfance jusqu'à l'âge adulte (Telama et al., 2014). Pour la promotion de l'AP dans cette population, il est nécessaire de comprendre les liens entre le niveau de LP, les APMV et le CS (tout comme chez les adolescents obèses). Pour ce faire, nous avons entrepris une étude interventionnelle contrôlée dans les écoles primaires de la ville d'Anglet. Cette étude pour objectif de connaître les effets d'une intervention basée sur la LP sur des indicateurs de santé et des indicateurs du comportement actif et sédentaire chez des enfants en école primaire. Elle nécessite une adaptation à l'école primaire. Dans ce cadre, une première partie de l'intervention concerne la formation des enseignants en y apportant des éléments théoriques nécessaires à la compréhension du concept du LP et à son application lors des cours d'EPS mais également dans les autres activités quotidiennes (pauses actives et récréations). De plus, intégrer les dimensions cognitives et affectives de la LP dans des moments stratégiques du temps scolaire (sans forcément de rajout de temps de pratique d'AP structurée) semble être une stratégie opportune pour augmenter la LP et l'AP des enfants à l'école primaire.

Les recherches bibliographiques et notre étude ont souligné l'importance de l'engagement des parents pour la réussite des enfants. Dans la prochaine étude réalisée dans le cadre de l'école primaire, les parents seront intégrés dans les actions car Ha et al, ont montré que le niveau de LP des parents est également un prédicteur du comportement d'AP chez les enfants (Ha et al., 2022). L'étude du niveau de LP des parents et ses associations avec les caractéristiques socio-professionnelles de la famille ainsi qu'avec le niveau de LP des enfants ainsi que leur NAP sera un axe de recherche fondamental pour mieux cibler les actions interventionnelles sur le levier « famille ». Au même titre que ces associations, l'effet de l'intervention à l'école primaire sur la LP des parents sera à étudier. Ce futur projet de recherche sera s'intégrera dans l'axe « Mouvement Intervention et Santé » (MIS) en collaboration avec le projet « Mouv à Tarbes » inspiré des travaux de recherche de Caroline Bernal. Cette étude future permettra également de repérer dès l'école primaire, les enfants ayant une LP faible associée à des NAP faible pour mieux les accompagner.

### **Applications en pratique clinique**

Concernant la PEC du surpoids et l'obésité pédiatrique, il serait intéressant d'intégrer la LP dans l'approche des prises en charge holistiques déjà existantes (Haute Autorité de Santé, 2022; Tully et al., 2022) car la LP pourrait s'intégrer à la fois sur le plan théorique dans une approche d'éducation à l'AP dans ce public et sur le plan pratique avec des modalités spécifiques d'évaluation et de suivi des adolescents. Dans ce cadre, la présentation de nos travaux lors des Journées de réflexion du groupe Activité Physique de la Coordination Nationale des RÉPPOP a permis d'ouvrir des perspectives de réflexion quant à l'intégration du concept de LP dans la PEC.

L'intervention CAPACITES 64 (évaluation des niveaux de LP et des indicateurs de santé, intervention multi-leviers et multi-milieus) va permettre d'établir un guide méthodologique destiné aux collèges du département afin de mieux encadrer les enfants et adolescents en difficultés vis à vis l'AP.

Ce travail est l'un des premiers projets nationaux à rassembler des acteurs universitaires, politiques, hospitaliers, associatifs et éducatifs autour d'un projet s'intéressant à la LP afin d'améliorer la santé des adolescents par l'AP. Rassembler et travailler de manière concertée avec ses différents acteurs est difficile mais semble représenter une voie efficace pour améliorer la santé des adolescents (y compris ceux en situation de surpoids et obésité).

Le projet a également permis de repérer les adolescents à risque au sein du collège (situation de surpoids et d'obésité, IP et CS élevés et faible LP), et de mettre en plus une intervention efficace afin d'atténuer les inégalités sociales de santé grâce à un accès aux soins gratuit et adapté.

### **4.1.2 Conclusion**

Ce travail doctoral a permis de mener une réflexion globale théorique sur la PEC des adolescents obèses, sur le modèle socio-éco et, sur LP et a mis en place une intervention

prenant en compte ces différents éléments mêlant recherche scientifique et projet de terrain. Il a également contribué à des réflexions et perspectives sur la PEC en AP des adolescents en situation de surpoids et d'obésité. L'intégration du concept de LP pour cette population a permis d'identifier des relations entre niveaux de LP et indicateurs de santé chez l'adolescent (z score IMC, %MG, %MMS et CCR) ainsi qu'un lien entre la LP et les APMV. Nous avons proposé une intervention en AP fondée sur le modèle socio-écologique en y intégrant le concept de LP chez les adolescents en situation de surpoids et d'obésité. Les évaluations à 9 et 15 mois ont montré les effets positifs de l'intervention sur les indicateurs de santé (augmentation de la CCR, du %MSS et diminution du %MG et du Z- score d'IMC) et les APMV. Ces résultats ont soulevé plusieurs perspectives de recherche et perspectives cliniques, notamment la nécessité de décrire l'intervention CAPACITES 64 via le modèle PLIRT pour une harmonisation des interventions sur la LP dans les publications scientifiques, mais également de mettre en œuvre une recherche interventionnelle contrôlée de plus grande ampleur à l'école élémentaire. Cette étude permettra d'approfondir les effets du développement de la LP sur le comportement en AP de tous les enfants et d'intégrer le repérage des enfants inactifs avec une faible LP dès l'école primaire. Cela permet d'anticiper les conséquences de potentiels comportements obésogènes développés durant cette période. Ces perspectives permettront également d'identifier les déterminants efficaces d'une intervention basée sur la LP pour transférer sa mise en place dans le milieu clinique.



## 5) Bibliographie

- Abarca-Gómez, L., Abdeen, Z. A., Hamid, Z. A., Abu-Rmeileh, N. M., Acosta-Cazares, B., Acuin, C., Adams, R. J., Aekplakorn, W., Afsana, K., Aguilar-Salinas, C. A., Agyemang, C., Ahmadvand, A., Ahrens, W., Ajlouni, K., Akhtaeva, N., Al-Hazzaa, H. M., Al-Othman, A. R., Al-Raddadi, R., Al Buhairan, F., ... Ezzati, M. (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016 : A pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 390(10113), 2627-2642. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32129-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3)
- Al-Khudairy, L., Loveman, E., Colquitt, J. L., Mead, E., Johnson, R. E., Fraser, H., Olajide, J., Murphy, M., Velho, R. M., O’Malley, C., Azevedo, L. B., Ells, L. J., Metzendorf, M.-I., & Rees, K. (2017). Diet, physical activity and behavioural interventions for the treatment of overweight or obese adolescents aged 12 to 17 years. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 6(6), CD012691. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012691>
- An, R., Shen, J., Yang, Q., & Yang, Y. (2019). Impact of built environment on physical activity and obesity among children and adolescents in China : A narrative systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, 8(2), 153-169. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.11.003>
- Ang, Y. N., Wee, B. S., Poh, B. K., & Ismail, M. N. (2013). Multifactorial Influences of Childhood Obesity. *Current Obesity Reports*, 2(1), 10-22. <https://doi.org/10.1007/s13679-012-0042-7>
- Anico, S., Wilson, L., Eyre, E., & Smith, E. (2023). The effectiveness of school-based run/walk programmes to develop physical literacy and physical activity components in primary school children : A systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 1-19. <https://doi.org/10.1080/02640414.2023.2174720>
- Anses. (2016). *Actualisation des repères du PNNS - Révisions des repères relatifs à l’activité physique et à la sédentarité* (Rapport d’expertise collective 2012-SA-0155; p. 584). Agence nationale de sécurité sanitaire de l’alimentation, de l’environnement et du travail. <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2012SA0155Ra.pdf>

- Aragón-Martín, R., Gómez-Sánchez, M. del M., Martínez-Nieto, J. M., Novalbos-Ruiz, J. P., Segundo-Iglesias, C., Santi-Cano, M. J., Castro-Piñero, J., Lineros-González, C., Hernán-García, M., Schwarz-Rodríguez, M., Jiménez-Pavón, D., & Rodríguez-Martín, A. (2022). Independent and Combined Association of Lifestyle Behaviours and Physical Fitness with Body Weight Status in Schoolchildren. *Nutrients*, *14*(6), 1208. <https://doi.org/10.3390/nu14061208>
- ARS Nouvelle Aquitaine. (2017). *Pole Etudes, Statistiques et Evaluation- ARS Nouvelle Aquitaine* (Projet Régional de Santé). Agence Régional de Santé. [https://www.nouvelle-aquitaine.ars.sante.fr/system/files/2018-04/PRS\\_NA\\_Diag\\_regional\\_09\\_2017.pdf](https://www.nouvelle-aquitaine.ars.sante.fr/system/files/2018-04/PRS_NA_Diag_regional_09_2017.pdf)
- Ash, T., Agaronov, A., Young, T., Aftosmes-Tobio, A., & Davison, K. K. (2017). Family-based childhood obesity prevention interventions : A systematic review and quantitative content analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *14*(1), 113. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0571-2>
- Ashdown-Franks, G., Vancampfort, D., Firth, J., Veronese, N., Jackson, S. E., Smith, L., Stubbs, B., & Koyanagi, A. (2019). Leisure-Time Sedentary Behavior and Obesity Among 116,762 Adolescents Aged 12-15 Years from 41 Low- and Middle-Income Countries : Sedentary Behavior and Obesity in Adolescents. *Obesity*, *27*(5), 830-836. <https://doi.org/10.1002/oby.22424>
- Ayala, G. X., Monge-Rojas, R., King, A. C., Hunter, R., & Berge, J. M. (2021). The social environment and childhood obesity : Implications for research and practice in the United States and countries in Latin America. *Obesity Reviews*, *22*(Suppl 3), e13246. <https://doi.org/10.1111/obr.13246>
- B. Owen, K., Smith, J., Lubans, D. R., Ng, J. Y. Y., & Lonsdale, C. (2014). Self-determined motivation and physical activity in children and adolescents : A systematic review and meta-analysis. *Preventive Medicine*, *67*, 270-279. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.07.033>

- Bandura, A. (1977). Self-efficacy : Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84, 191-215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Bauman, A. E., Reis, R. S., Sallis, J. F., Wells, J. C., Loos, R. J., & Martin, B. W. (2012). Correlates of physical activity : Why are some people physically active and others not? *The Lancet*, 380(9838), 258-271. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60735-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60735-1)
- Belanger, K., Barnes, J. D., Longmuir, P. E., Anderson, K. D., Bruner, B., Copeland, J. L., Gregg, M. J., Hall, N., Kolen, A. M., Lane, K. N., Law, B., MacDonald, D. J., Martin, L. J., Saunders, T. J., Sheehan, D., Stone, M., Woodruff, S. J., & Tremblay, M. S. (2018). The relationship between physical literacy scores and adherence to Canadian physical activity and sedentary behaviour guidelines. *BMC Public Health*, 18(Suppl 2), 1042. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5897-4>
- Bergouignan, A., Schoeller, D. A., Normand, S., Gauquelin-Koch, G., Laville, M., Shriver, T., Desage, M., Le Maho, Y., Ohshima, H., Gharib, C., & Blanc, S. (2006). Effect of physical inactivity on the oxidation of saturated and monounsaturated dietary Fatty acids : Results of a randomized trial. *PLoS Clinical Trials*, 1(5), e27. <https://doi.org/10.1371/journal.pctr.0010027>
- Bernal, C., Lhuisset, L., Bru, N., Fabre, N., & Bois, J. (2021). Effects of an Intervention to Promote Physical Activity and Reduce Sedentary Time in Disadvantaged Children : Randomized Trial. *Journal of School Health*, 91(6), 454-462. <https://doi.org/10.1111/josh.13022>
- Biddle, S. J. H., & Asare, M. (2011). Physical activity and mental health in children and adolescents : A review of reviews. *British Journal of Sports Medicine*, 45(11), 886-895. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090185>
- Billat, V. (2012). *Physiologie et méthodologie de l'entraînement : De la théorie à la pratique* (3e éd). De Boeck.
- Bleich, S. N., Vercammen, K. A., Zatz, L. Y., Frelrier, J. M., Ebbeling, C. B., & Peeters, A. (2018). Interventions to prevent global childhood overweight and obesity : A systematic review. *The*

- Lancet Diabetes & Endocrinology*, 6(4), 332-346. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(17\)30358-3](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(17)30358-3)
- Booth, A., Magnuson, A., & Foster, M. (2014). Detrimental and protective fat : Body fat distribution and its relation to metabolic disease. *Hormone molecular biology and clinical investigation*, 17, 13-27. <https://doi.org/10.1515/hmbci-2014-0009>
- Bradley, R. H., & Corwyn, R. F. (2002). Socioeconomic Status and Child Development. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 371-399. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135233>
- Brandes, B., Busse, H., Sell, L., Christianson, L., & Brandes, M. (2022). A scoping review on characteristics of school-based interventions to promote physical activity and cardiorespiratory fitness among 6- to 10-year-old children. *Preventive Medicine*, 155, 106920. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2021.106920>
- Brennan, S. F., Lavelle, F., Moore, S. E., Dean, M., McKinley, M. C., McCole, P., Hunter, R. F., Dunne, L., O'Connell, N. E., Cardwell, C. R., Elliott, C. T., McCarthy, D., & Woodside, J. V. (2021). Food environment intervention improves food knowledge, wellbeing and dietary habits in primary school children : Project Daire, a randomised-controlled, factorial design cluster trial. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 18, 23. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01086-y>
- Britton, Ú., Belton, S., Peers, C., Issartel, J., Goss, H., Roantree, M., & Behan, S. (2022). Physical literacy in children : Exploring the construct validity of a multidimensional physical literacy construct. *European Physical Education Review*. Scopus. <https://doi.org/10.1177/1356336X221131272>
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The Ecology of Human Development*. Harvard University Press.
- Brown, D. M. Y., Dudley, D. A., & Cairney, J. (2020). Physical literacy profiles are associated with differences in children's physical activity participation : A latent profile analysis approach.

*Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(11), 1062-1067.

<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.05.007>

Brown, T., Moore, T. H., Hooper, L., Gao, Y., Zayegh, A., Ijaz, S., Elwenspoek, M., Foxen, S. C., Magee, L., O'Malley, C., Waters, E., & Summerbell, C. D. (2019). Interventions for preventing obesity in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2019(7).

<https://doi.org/10.1002/14651858.CD001871.pub4>

Browne, N. T., & Cuda, S. E. (2022). Nutritional and activity recommendations for the child with normal weight, overweight, and obesity with consideration of food insecurity : An Obesity Medical Association (OMA) Clinical Practice Statement 2022. *Obesity Pillars*, 2, 100012.

<https://doi.org/10.1016/j.obpill.2022.100012>

Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J.-P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451-1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>

Cairney, J., Dudley, D., Kwan, M., Bulten, R., & Kriellaars, D. (2019). Physical Literacy, Physical Activity and Health : Toward an Evidence-Informed Conceptual Model. *Sports Medicine*, 49(3),

371-383. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01063-3>

Cairney, J., Kiez, T., Roetert, E. P., & Kriellaars, D. (2019). A 20th-Century Narrative on the Origins of the Physical Literacy Construct. *Journal of Teaching in Physical Education*, 38(2), 79-83.

<https://doi.org/10.1123/jtpe.2018-0072>

Cairney, J., Kwan, M. Y., Veldhuizen, S., Hay, J., Bray, S. R., & Faught, B. E. (2012). Gender, perceived competence and the enjoyment of physical education in children : A longitudinal examination. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9(1), 26.

<https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-26>

- Cairney, J., Veldhuizen, S., Graham, J. D., Rodriguez, C., Bedard, C., Bremer, E., & Kriellaars, D. (2018). A Construct Validation Study of PLAYfun. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 50(4), 855-862. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001494>
- Caldwell, H. A. T., Di Cristofaro, N. A., Cairney, J., Bray, S. R., MacDonald, M. J., & Timmons, B. W. (2020). Physical Literacy, Physical Activity, and Health Indicators in School-Age Children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(15), 5367. <https://doi.org/10.3390/ijerph17155367>
- Caldwell, H. A. T., Proudfoot, N. A., DiCristofaro, N. A., Cairney, J., Bray, S. R., & Timmons, B. W. (2022). Preschool to School-Age Physical Activity Trajectories and School-Age Physical Literacy : A Longitudinal Analysis. *Journal of Physical Activity and Health*, 19(4), 275-283. <https://doi.org/10.1123/jpah.2021-0635>
- Carl, J., Barratt, J., Arbour-Nicitopoulos, K. P., Barnett, L. M., Dudley, D. A., Holler, P., Keegan, R., Kwan, M., Scurati, R., Sum, R. K.-W., Wainwright, N., & Cairney, J. (2023). Development, explanation, and presentation of the Physical Literacy Interventions Reporting Template (PLIRT). *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 20, 21. <https://doi.org/10.1186/s12966-023-01423-3>
- Carl, J., Barratt, J., Töpfer, C., Cairney, J., & Pfeifer, K. (2022). How are physical literacy interventions conceptualized? – A systematic review on intervention design and content. *Psychology of Sport and Exercise*, 58, 102091. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2021.102091>
- Carl, J., Barratt, J., Wanner, P., Töpfer, C., Cairney, J., & Pfeifer, K. (2022). The Effectiveness of Physical Literacy Interventions : A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 52(12), 2965-2999. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01738-4>
- Carl, J., Bryant, A. S., Edwards, L. C., Bartle, G., Birch, J. E., Christodoulides, E., Emeljanovas, A., Fröberg, A., Gandrieau, J., Gilic, B., van Hilvoorde, I., Holler, P., Iconomescu, T. M., Jaunig, J., Laudanska-Krzeminska, I., Lundvall, S., De Martelaer, K., Martins, J., Mieziene, B., ... Elsborg,

- P. (2023). Physical literacy in Europe : The current state of implementation in research, practice, and policy. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 21(1), 165-176.  
<https://doi.org/10.1016/j.jesf.2022.12.003>
- Carson, V., Hunter, S., Kuzik, N., Gray, C. E., Poitras, V. J., Chaput, J.-P., Saunders, T. J., Katzmarzyk, P. T., Okely, A. D., Connor Gorber, S., Kho, M. E., Sampson, M., Lee, H., & Tremblay, M. S. (2016). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth : An update. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(6 (Suppl. 3)), S240-S265. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0630>
- Casazza, K., Fontaine, K. R., Astrup, A., Birch, L. L., Brown, A. W., Bohan Brown, M. M., Durant, N., Dutton, G., Foster, E. M., Heymsfield, S. B., McIver, K., Mehta, T., Menachemi, N., Newby, P. K., Pate, R., Rolls, B. J., Sen, B., Smith, D. L., Thomas, D. M., & Allison, D. B. (2013). Myths, presumptions, and facts about obesity. *The New England Journal of Medicine*, 368(5), 446-454. <https://doi.org/10.1056/NEJMsa1208051>
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness : Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports (Washington, D.C.: 1974)*, 100(2), 126-131.
- Castro-Piñero, J., Padilla-Moledo, C., Ortega, F. B., Moliner-Urdiales, D., Keating, X., & Ruiz, J. R. (2012). Cardiorespiratory fitness and fatness are associated with health complaints and health risk behaviors in youth. *Journal of Physical Activity & Health*, 9(5), 642-649.  
<https://doi.org/10.1123/jpah.9.5.642>
- Cattuzzo, M. T., Dos Santos Henrique, R., Ré, A. H. N., de Oliveira, I. S., Melo, B. M., de Sousa Moura, M., de Araújo, R. C., & Stodden, D. (2016). Motor competence and health related physical fitness in youth : A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(2), 123-129. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.12.004>



- Champion, K. E., Gardner, L. A., McCann, K., Hunter, E., Parmenter, B., Aitken, T., Chapman, C., Spring, B., Thornton, L., Slade, T., Teesson, M., & Newton, N. C. (2022). Parent-based interventions to improve multiple lifestyle risk behaviors among adolescents : A systematic review and meta-analysis. *Preventive Medicine, 164*, 107247.  
<https://doi.org/10.1016/j.ypped.2022.107247>
- Chaput, J.-P., Carson, V., Gray, C., & Tremblay, M. (2014). Importance of All Movement Behaviors in a 24 Hour Period for Overall Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 11*(12), 12575-12581. <https://doi.org/10.3390/ijerph111212575>
- Chaput, J.-P., Willumsen, J., Bull, F., Chou, R., Ekelund, U., Firth, J., Jago, R., Ortega, F. B., & Katzmarzyk, P. T. (2020). 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour for children and adolescents aged 5–17 years : Summary of the evidence. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 17*(1), 141.  
<https://doi.org/10.1186/s12966-020-01037-z>
- Chemtob, K., Reid, R. E. R., Guimarães, R. de F., Henderson, M., Mathieu, M.-E., Barnett, T. A., Tremblay, A., & Van Hulst, A. (2021). Adherence to the 24-hour movement guidelines and adiposity in a cohort of at risk youth : A longitudinal analysis. *Pediatric Obesity, 16*(4), e12730. <https://doi.org/10.1111/ijpo.12730>
- Chen, A. (2020). A clash of fundamental assumptions : Can/should we measure physical literacy? *Journal of Sport and Health Science, 9*(2), 149-151.  
<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2019.11.002>
- Chen, S.-T., Liu, Y., Tremblay, M. S., Hong, J.-T., Tang, Y., Cao, Z.-B., Zhuang, J., Zhu, Z., Wu, X., Wang, L., Cai, Y., & Chen, P. (2021). Meeting 24-h movement guidelines : Prevalence, correlates, and the relationships with overweight and obesity among Chinese children and adolescents. *Journal of Sport and Health Science, 10*(3), 349-359.  
<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.07.002>

- Chung, A. E., Skinner, A. C., Steiner, M. J., & Perrin, E. M. (2012). Physical Activity and BMI in a Nationally Representative Sample of Children and Adolescents. *Clinical Pediatrics*, *51*(2), 122-129. <https://doi.org/10.1177/0009922811417291>
- Clark, H. J., Dudley, D., Barratt, J., & Cairney, J. (2022). Physical literacy predicts the physical activity and sedentary behaviours of youth. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *25*(9), 750-754. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2022.04.008>
- Clayton, P., Connelly, J., Ellington, M., Rojas, V., Lorenzo, Y., Trak-Fellermeier, M. A., & Palacios, C. (2021). Facilitators and barriers of children's participation in nutrition, physical activity, and obesity interventions : A systematic review. *Obesity Reviews*, *22*(12). <https://doi.org/10.1111/obr.13335>
- Clément, K., & Ferré, P. (2003). Genetics and the Pathophysiology of Obesity. *Pediatric Research*, *53*(5), Article 5. <https://doi.org/10.1203/01.PDR.0000059753.61905.58>
- Clemente, E., Cabral, M. D., Senti, M., & Patel, D. R. (2022). Challenges in the management of obesity in adolescents : An American perspective: a narrative review. *Pediatric Medicine*, *5*, 26-26. <https://doi.org/10.21037/pm-21-23>
- Cliff, D. P., Okely, A. D., Morgan, P. J., Jones, R. A., Steele, J. R., & Baur, L. A. (2012). Proficiency deficiency : Mastery of fundamental movement skills and skill components in overweight and obese children. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, *20*(5), 1024-1033. <https://doi.org/10.1038/oby.2011.241>
- Cohen, K. E., Morgan, P. J., Plotnikoff, R. C., Callister, R., & Lubans, D. R. (2014). Fundamental movement skills and physical activity among children living in low-income communities : A cross-sectional study. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *11*(1), 49. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-11-49>

Cole, T. J. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide :

International survey. *BMJ*, 320(7244), 1240-1240.

<https://doi.org/10.1136/bmj.320.7244.1240>

Cole, T. J., Faith, M. S., Pietrobelli, A., & Heo, M. (2005). What is the best measure of adiposity

change in growing children : BMI, BMI %, BMI z-score or BMI centile? *European Journal of*

*Clinical Nutrition*, 59(3), Article 3. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602090>

Cole, T. J., & Lobstein, T. (2012). Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness,

overweight and obesity : Extended international BMI cut-offs. *Pediatric Obesity*, 7(4),

284-294. <https://doi.org/10.1111/j.2047-6310.2012.00064.x>

Committee on Physical Activity, Health, Transportation, and Land Use, Transportation Research

Board, & Institute of Medicine. (2005). *Does the Built Environment Influence Physical*

*Activity? : Examining the Evidence—Special Report 282* (p. 11203). Transportation Research

Board. <https://doi.org/10.17226/11203>

Conrey, S. C., Burrell, A. R., Brokamp, C., Burke, R. M., Couch, S. C., Niu, L., Mattison, C. P., Piasecki,

A., Payne, D. C., Staat, M. A., & Morrow, A. L. (2022). Neighbourhood socio-economic

environment predicts adiposity and obesity risk in children under two. *Pediatric Obesity*,

17(12), e12964. <https://doi.org/10.1111/ijpo.12964>

Corbin, C. B. (2016). Implications of Physical Literacy for Research and Practice : A Commentary.

*Research Quarterly for Exercise and Sport*, 87(1), 14-27.

<https://doi.org/10.1080/02701367.2016.1124722>

Cornish, K., Fox, G., Fyfe, T., Koopmans, E., Pousette, A., & Pelletier, C. A. (2020). Understanding

physical literacy in the context of health : A rapid scoping review. *BMC Public Health*, 20(1),

1569. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09583-8>

Crawford, D., Cleland, V., Timperio, A., Salmon, J., Andrianopoulos, N., Roberts, R., Giles-Corti, B.,

Baur, L., & Ball, K. (2010). The longitudinal influence of home and neighbourhood

- environments on children's body mass index and physical activity over 5 years : The CLAN study. *International Journal of Obesity*, 34(7), Article 7. <https://doi.org/10.1038/ijo.2010.57>
- Cuda, S. E., & Censani, M. (2022). Assessment, differential diagnosis, and initial clinical evaluation of the pediatric patient with obesity : An Obesity Medical Association (OMA) Clinical Practice Statement 2022. *Obesity Pillars*, 1, 100010. <https://doi.org/10.1016/j.obpill.2022.100010>
- Cui, X., Chen, T., & Ma, J. (2015). [Effect of obesity intervention with socio-ecological model on anthropometric measurements of children and adolescents]. *Beijing Da Xue Xue Bao. Yi Xue Ban = Journal of Peking University. Health Sciences*, 47(3), 400-405.
- Currie, C., Zanotti, C., Morgan, A., Currie, D., de Looze, M., Roberts, C., Samdal, O., Smith, O. R., & Barnekow, V. (2012). *Social determinants of health and well-being among young people : Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study: international report from the 2009/2010 survey*. World Health Organization. Regional Office for Europe. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/326406>
- Danford, C. A., Schultz, C. M., & Marvicsin, D. (2015). Parental roles in the development of obesity in children : Challenges and opportunities. *Research and Reports in Biology*, 6, 39-53. <https://doi.org/10.2147/RRB.S75369>
- Deforche, B., Lefevre, J., De Bourdeaudhuij, I., Hills, A. P., Duquet, W., & Bouckaert, J. (2003). Physical fitness and physical activity in obese and nonobese Flemish youth. *Obesity Research*, 11(3), 434-441. <https://doi.org/10.1038/oby.2003.59>
- Delisle Nyström, C., Traversy, G., Barnes, J. D., Chaput, J.-P., Longmuir, P. E., & Tremblay, M. S. (2018). Associations between domains of physical literacy by weight status in 8- to 12-year-old Canadian children. *BMC Public Health*, 18(S2), 1043. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5898-3>

- Ding, D., & Gebel, K. (2012). Built environment, physical activity, and obesity : What have we learned from reviewing the literature? *Health & Place, 18*(1), 100-105.  
<https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2011.08.021>
- Do Carmo, A. S., Mendes, L. L., Pessoa, M. C., Meireles, A. L., da Silva, A. A. M., & Dos Santos, L. C. (2021). Family characteristics, perceived environment for physical activity, and childhood obesity : An approach with structural equation models. *American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Council, 33*(6), e23560.  
<https://doi.org/10.1002/ajhb.23560>
- Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., Lambourne, K., & Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical Activity, Fitness, Cognitive Function, and Academic Achievement in Children : A Systematic Review. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 48*(6), 1197-1222. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000901>
- Drenowatz, C., Eisenmann, J. C., Pfeiffer, K. A., Welk, G., Heelan, K., Gentile, D., & Walsh, D. (2010). Influence of socio-economic status on habitual physical activity and sedentary behavior in 8- to 11-year old children. *BMC Public Health, 10*, 214. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-10-214>
- Dudley, D., Cairney, J., Wainwright, N., Kriellaars, D., & Mitchell, D. (2017). Critical Considerations for Physical Literacy Policy in Public Health, Recreation, Sport, and Education Agencies. *Quest, 69*(4), 436-452. <https://doi.org/10.1080/00336297.2016.1268967>
- Dunton, G. F., Schneider, M., & Cooper, D. M. (2007). Factors predicting behavioral response to a physical activity intervention among adolescent females. *American Journal of Health Behavior, 31*(4), 411-422. <https://doi.org/10.5555/ajhb.2007.31.4.411>
- Early Years Physical Literacy Research Team. (2017). . *Physical Literacy Observatory Tool (PLOT)*.  
[https://docs.wixstatic.com/ugd/05c80a\\_4d5d31e1f84440dab941060ff054b07e.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/05c80a_4d5d31e1f84440dab941060ff054b07e.pdf)

- Eather, N., Morgan, P. J., & Lubans, D. R. (2013). Social support from teachers mediates physical activity behavior change in children participating in the Fit-4-Fun intervention. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *10*, 68. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-10-68>
- Edwards, L. C., Bryant, A. S., Keegan, R. J., Morgan, K., Cooper, S.-M., & Jones, A. M. (2018). 'Measuring' Physical Literacy and Related Constructs : A Systematic Review of Empirical Findings. *Sports Medicine*, *48*(3), 659-682. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0817-9>
- Edwards, L. C., Bryant, A. S., Keegan, R. J., Morgan, K., & Jones, A. M. (2017). Definitions, Foundations and Associations of Physical Literacy : A Systematic Review. *Sports Medicine*, *47*(1), 113-126. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0560-7>
- Ennis, C. D. (2015). Knowledge, transfer, and innovation in physical literacy curricula. *Journal of Sport and Health Science*, *4*(2), 119-124. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2015.03.001>
- Epstein, L. H., Kilanowski, C., Paluch, R. A., Raynor, H., & Daniel, T. O. (2015). Reducing variety enhances effectiveness of family-based treatment for pediatric obesity. *Eating behaviors*, *17*, 140-143. <https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2015.02.001>
- Équipe de surveillance et d'épidémiologie nutritionnelle (Esen). (2020). *Étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (Esteban), 2014-2016*. (p. 58) [Volet Nutrition. Chapitre Activité physique et sédentarité. 2e édition.]. Santé publique France.
- Evaristo, O. S., Moreira, C., Lopes, L., Abreu, S., Agostinis-Sobrinho, C., Oliveira-Santos, J., Oliveira, A., Mota, J., & Santos, R. (2019). Cardiorespiratory fitness and health-related quality of life in adolescents : A longitudinal analysis from the LabMed Physical Activity Study. *American Journal of Human Biology*, *31*(6), e23304. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23304>

Faigenbaum, A. D., Rial Rebullido, T., & MacDonald, J. P. (2018). The unsolved problem of paediatric physical inactivity : It’s time for a new perspective. *Acta Paediatrica*, 107(11), 1857-1859.

<https://doi.org/10.1111/apa.14527>

Farpour-Lambert, N. J., Baker, J. L., Hassapidou, M., Holm, J. C., Nowicka, P., O’Malley, G., & Weiss, R. (2015). Childhood Obesity Is a Chronic Disease Demanding Specific Health Care—A Position Statement from the Childhood Obesity Task Force (COTF) of the European Association for the Study of Obesity (EASO). *Obesity Facts*, 8(5), 342-349.

<https://doi.org/10.1159/000441483>

Felső, R., Lohner, S., Hollódy, K., Erhardt, É., & Molnár, D. (2017). Relationship between sleep duration and childhood obesity : Systematic review including the potential underlying mechanisms. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases: NMCD*, 27(9), 751-761.

<https://doi.org/10.1016/j.numecd.2017.07.008>

Ferreira, I., van der Horst, K., Wendel-Vos, W., Kremers, S., van Lenthe, F. J., & Brug, J. (2007). Environmental correlates of physical activity in youth—A review and update. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 8(2), 129-154. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2006.00264.x>

Fogelholm, M., Stigman, S., Huisman, T., & Metsämuuronen, J. (2008). Physical fitness in adolescents with normal weight and overweight. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(2), 162-170. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2007.00685.x>

Foster, C., Moore, J. B., Singletary, C. R., & Skelton, J. A. (2018). Physical activity and family-based obesity treatment : A review of expert recommendations on physical activity in youth.

*Clinical Obesity*, 8(1), 68-79. <https://doi.org/10.1111/cob.12230>

Fournier, J., Vuillemin, A., & Le Cren, F. (2012). Mesure de la condition physique chez les personnes âgées. Évaluation de la condition physique des seniors : Adaptation française de la batterie

américaine « Senior Fitness Test ». *Science & Sports*, 27(4), 254-259.

<https://doi.org/10.1016/j.scispo.2012.07.005>

Gandrieau, J., Schnitzler, C., Cairney, J., Keegan, R., Roberts, W. M., Barnett, L. M., Bentsen, P., Dudley, D. A., Raymond Sum, K. W., Venetsanou, F., Button, C., Turcotte, S., Berrigan, F., Cloes, M., Rudd, J. R., Riga, V., Mouton, A., Vašíčková, J., Blanchard, J., ... Potdevin, F. (2023). Development of ELIP to Assess Physical Literacy for Emerging Adults : A Methodological and Epistemological Challenge. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1-14.

<https://doi.org/10.1080/02701367.2022.2125927>

Gauthier, K. I., & Krajicek, M. J. (2013). Obesogenic environment : A concept analysis and pediatric perspective. *Journal for Specialists in Pediatric Nursing: JSPN*, 18(3), 202-210.

<https://doi.org/10.1111/jspn.12027>

Giblin, S., Collins, D., & Button, C. (2014). Physical literacy : Importance, assessment and future directions. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(9), 1177-1184.

<https://doi.org/10.1007/s40279-014-0205-7>

Gilic, B., Malovic, P., Sunda, M., Maras, N., & Zenic, N. (2022). Adolescents with Higher Cognitive and Affective Domains of Physical Literacy Possess Better Physical Fitness : The Importance of Developing the Concept of Physical Literacy in High Schools. *Children*, 9(6), 796.

<https://doi.org/10.3390/children9060796>

González-Gálvez, N., Ribeiro, J. C., & Mota, J. (2022). Cardiorespiratory Fitness, Obesity and Physical Activity in Schoolchildren : The Effect of Mediation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23). Scopus. <https://doi.org/10.3390/ijerph192316262>

Griffiths, L. J., Parsons, T. J., & Hill, A. J. (2010). Self-esteem and quality of life in obese children and adolescents : A systematic review. *International Journal of Pediatric Obesity*, 5(4), 282-304.

<https://doi.org/10.3109/17477160903473697>



- Grow, H. M. G., Hsu, C., Liu, L. L., Briner, L., Jessen-Fiddick, T., Lozano, P., & Saelens, B. E. (2013). Understanding Family Motivations and Barriers to Participation in Community-Based Programs for Overweight Youth : One Program Model Does Not Fit All. *Journal of Public Health Management and Practice, 19*(4), E1.  
<https://doi.org/10.1097/PHH.0b013e31825ceaf9>
- Gueugnon, C., Mougin, F., Simon-Rigaud, M.-L., Nègre, V., Touati, S., & Regnard, J. (2011). Intérêt d'un réentraînement à l'effort intermittent individualisé chez l'adolescent obèse. *Science & Sports, 26*(4), 229-232. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2011.04.005>
- Gunnell, K. E., Longmuir, P. E., Barnes, J. D., Belanger, K., & Tremblay, M. S. (2018). Refining the Canadian Assessment of Physical Literacy based on theory and factor analyses. *BMC Public Health, 18*(2), 1044. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5899-2>
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents : A pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *The Lancet. Child & Adolescent Health, 4*(1), 23-35.  
[https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2)
- Ha, A. S., Jia, J., Ng, F. F. Y., & Ng, J. Y. Y. (2022). Parent's physical literacy enhances children's values towards physical activity : A serial mediation model. *Psychology of Sport and Exercise, 63*, 102297. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2022.102297>
- Hallal, P. C., Andersen, L. B., Bull, F. C., Guthold, R., Haskell, W., & Ekelund, U. (2012). Global physical activity levels : Surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The Lancet, 380*(9838), 247-257.  
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60646-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60646-1)
- Han, J. C., Lawlor, D. A., & Kimm, S. Y. S. (2010). Childhood Obesity – 2010 : Progress and Challenges. *Lancet, 375*(9727), 1737-1748. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60171-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60171-7)

- Hanemann, U. (2015). Lifelong literacy : Some trends and issues in conceptualising and operationalising literacy from a lifelong learning perspective. *International Review of Education*, 61(3), 295-326. <https://doi.org/10.1007/s11159-015-9490-0>
- Hatfield, D. P., Chomitz, V. R., Chui, K. K. H., Sacheck, J. M., Brown, A. A., & Economos, C. D. (2017). Impact of a Community-Based Physical Activity Program on Fitness and Adiposity Among Overweight and Obese Children. *Health Promotion Practice*, 18(1), 75-83. <https://doi.org/10.1177/1524839916642714>
- Haute Autorité de Santé. (2011). *Surpoids et obésité de l'enfant et de l'adolescent*. HAS.
- Haute Autorité de Santé. (2022). *Guide du parcours de soins : Surpoids et obésité de l'enfant et de l'adolescent(e)* (p. 151) [Guide]. HAS.
- Health, I. of M. (US) C. on C. on S. S. and B. R. to I. the P., Smedley, B. D., & Syme, S. L. (2000). The Need for, and Value of, a Multi-Level Approach to Disease Prevention : The Case of Tobacco Control. In *Promoting Health : Intervention Strategies from Social and Behavioral Research*. National Academies Press (US). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK222844/>
- Healthy Active Living and Obesity Research Group. (2013). *Canadian assessment of physical literacy testing manual*. Healthy Active Living and Obesity Research Group.
- Heath, G. W., Brownson, R. C., Kruger, J., Miles, R., Powell, K. E., Ramsey, L. T., & Task Force on Community Preventive Services. (2006). The Effectiveness of Urban Design and Land Use and Transport Policies and Practices to Increase Physical Activity : A Systematic Review. *Journal of Physical Activity & Health*, 3(s1), S55-S76. <https://doi.org/10.1123/jpah.3.s1.s55>
- Higgs, C., Cairney, J., Jurbala, P., Dudley, D., Way, R., Mitchell, D., Grove, J., Verbeek, M., Carey, A., Ross-McManus, H., Jagger, L., Naylor, P., & Laing, T. (2019). *DÉVELOPPER LA LITTÉRATIE PHYSIQUE* (978-1-927921-44-9; Sport pour la vie, p. 108). Sport pour la vie.
- Hu, D., Zhou, S., Crowley-McHattan, Z. J., & Liu, Z. (2021). Factors That Influence Participation in Physical Activity in School-Aged Children and Adolescents : A Systematic Review from the

- Social Ecological Model Perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 3147. <https://doi.org/10.3390/ijerph18063147>
- Huang, J.-Y., & Qi, S.-J. (2015). Childhood obesity and food intake. *World Journal of Pediatrics: WJP*, 11(2), 101-107. <https://doi.org/10.1007/s12519-015-0018-2>
- Huang, W. Y., Wong, S. H., & Salmon, J. (2013). Correlates of physical activity and screen-based behaviors in Chinese children. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 509-514. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.12.011>
- Hui, S. S., Zhang, R., Suzuki, K., Naito, H., Balasekaran, G., Song, J. K., Park, S. Y., Liou, Y. M., Lu, D., Poh, B. K., Kijboonchoo, K., & Thasanasuwan, W. (2021). The associations between meeting 24-hour movement guidelines and adiposity in Asian Adolescents : The Asia-Fit Study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(3), 763-771. <https://doi.org/10.1111/sms.13893>
- Hui, S. S.-C., Zhang, R., Suzuki, K., Naito, H., Balasekaran, G., Song, J.-K., Park, S. Y., Liou, Y.-M., Lu, D., Poh, B. K., Kijboonchoo, K., & Thasanasuwan, W. (2020). Physical activity and health-related fitness in Asian adolescents : The Asia-fit study. *Journal of Sports Sciences*, 38(3), 273-279. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1695334>
- Huikari, S., Junntila, H., Ala-Mursula, L., Jämsä, T., Korpelainen, R., Miettunen, J., Svento, R., & Korhonen, M. (2021). Leisure-time physical activity is associated with socio-economic status beyond income—Cross-sectional survey of the Northern Finland Birth Cohort 1966 study. *Economics and Human Biology*, 41, 100969. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2020.100969>
- Hulteen, R. M., Morgan, P. J., Barnett, L. M., Stodden, D. F., & Lubans, D. R. (2018). Development of Foundational Movement Skills : A Conceptual Model for Physical Activity Across the Lifespan. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(7), 1533-1540. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0892-6>

- Hulteen, R., Morgan, P., Barnett, L., Stodden, D., & Lubans, D. (2017). The role of movement skill competency in the pursuit of physical literacy : Are fundamental movement skills the only pathway? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20, e77.  
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.01.028>
- Huurre, T., Aro, H., & Rahkonen, O. (2003). Well-being and health behaviour by parental socioeconomic status : A follow-up study of adolescents aged 16 until age 32 years. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 38(5), 249-255. <https://doi.org/10.1007/s00127-003-0630-7>
- Hyndman, B., & Pill, S. (2018). What's in a concept? A Leximancer text mining analysis of physical literacy across the international literature. *European Physical Education Review*, 24(3), 292-313. <https://doi.org/10.1177/1356336X17690312>
- ICSSPE. (2013). *Feature : « Physical Literacy »* (p. 449). The Journal of the International Council of Sport Science and Physical Education. <http://www.icsspe.org>
- Ip, P., Ho, F. K.-W., Louie, L. H.-T., Chung, T. W.-H., Cheung, Y.-F., Lee, S.-L., Hui, S. S.-C., Ho, W. K.-Y., Ho, D. S.-Y., Wong, W. H.-S., & Jiang, F. (2017). Childhood Obesity and Physical Activity-Friendly School Environments. *The Journal of Pediatrics*, 191, 110-116.  
<https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.08.017>
- IPLA. (2017). *International Physical Literacy Association*. IPLA. <https://www.physical-literacy.org.uk/>
- Jean de Dieu, H., & Zhou, K. (2021). Physical Literacy Assessment Tools : A Systematic Literature Review for Why, What, Who, and How. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(15), 7954. <https://doi.org/10.3390/ijerph18157954>
- Jebeile, H., Kelly, A. S., O'Malley, G., & Baur, L. A. (2022). Obesity in children and adolescents : Epidemiology, causes, assessment, and management. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 10(5), 351-365. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(22\)00047-X](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(22)00047-X)

- Jefferies, P., Ungar, M., Aubertin, P., & Kriellaars, D. (2019). Physical Literacy and Resilience in Children and Youth. *Frontiers in Public Health*, 7, 346.  
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00346>
- Jia, P. (2021). Obesogenic environment and childhood obesity. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 22 Suppl 1, e13158.  
<https://doi.org/10.1111/obr.13158>
- Jiménez-Pavón, D., Kelly, J., & Reilly, J. J. (2010). Associations between objectively measured habitual physical activity and adiposity in children and adolescents : Systematic review. *International Journal of Pediatric Obesity: IJPO: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 5(1), 3-18. <https://doi.org/10.3109/17477160903067601>
- Johansson, L., Brissman, M., Morinder, G., Westerståhl, M., & Marcus, C. (2020). Reference values and secular trends for cardiorespiratory fitness in children and adolescents with obesity. *Acta Paediatrica (Oslo, Norway: 1992)*, 109(8), 1665-1671. <https://doi.org/10.1111/apa.15163>
- Jones, R. A., Okely, A. D., Caputi, P., & Cliff, D. P. (2010). Perceived and actual competence among overweight and non-overweight children. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(6), 589-596. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2010.04.002>
- Jurbala, P. (2015). What Is Physical Literacy, Really? *Quest*, 67(4), 367-383.  
<https://doi.org/10.1080/00336297.2015.1084341>
- Kakebeeke, T. H., Lanzi, S., Zysset, A. E., Arhab, A., Messerli-Bürgy, N., Stuelb, K., Leeger-Aschmann, C. S., Schmutz, E. A., Meyer, A. H., Kriemler, S., Munsch, S., Jenni, O. G., & Puder, J. J. (2017). Association between Body Composition and Motor Performance in Preschool Children. *Obesity Facts*, 10(5), 420-431. <https://doi.org/10.1159/000477406>
- Kang, H.-T., Ju, Y.-S., Park, K.-H., Kwon, Y.-J., Im, H.-J., Paek, D.-M., & Lee, H.-J. (2006). [Study on the relationship between childhood obesity and various determinants, including socioeconomic

- factors, in an urban area]. *Journal of Preventive Medicine and Public Health = Yebang Uihakhoe Chi*, 39(5), 371-378.
- Kebbe, M., Damanhoury, S., Browne, N., Dyson, M. P., McHugh, T.-L. F., & Ball, G. D. C. (2017). Barriers to and enablers of healthy lifestyle behaviours in adolescents with obesity : A scoping review and stakeholder consultation. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 18(12), 1439-1453.  
<https://doi.org/10.1111/obr.12602>
- Kelly, E. D., & Stafford, G. T. (1965). *Adapted and corrective physical education (4th ed.)*.  
<https://www.abebooks.com/9780826049407/Adapted-Corrective-Physical-Education-Fourth-0826049400/plp>
- Kesic, M. G., Savicevic, A. J., Peric, M., Gilic, B., & Zenic, N. (2022). Specificity of the Associations between Indices of Cardiovascular Health with Health Literacy and Physical Literacy; A Cross-Sectional Study in Older Adolescents. *Medicina (Lithuania)*, 58(10). Scopus.  
<https://doi.org/10.3390/medicina58101316>
- Khambalia, A. Z., Dickinson, S., Hardy, L. L., Gill, T., & Baur, L. A. (2012). A synthesis of existing systematic reviews and meta-analyses of school-based behavioural interventions for controlling and preventing obesity : A synthesis of existing systematic reviews. *Obesity Reviews*, 13(3), 214-233. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2011.00947.x>
- Kirk, D. (2013). Educational Value and Models-Based Practice in Physical Education. *Educational Philosophy and Theory*, 45(9), 973-986. <https://doi.org/10.1080/00131857.2013.785352>
- Kirk, S., Ogata, B., Wichert, E., Handu, D., & Rozga, M. (2022). Treatment of Pediatric Overweight and Obesity : Position of the Academy of Nutrition and Dietetics Based on an Umbrella Review of Systematic Reviews. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 122(4), 848-861.  
<https://doi.org/10.1016/j.jand.2022.01.008>

- Kleis, R. R., Dlugonski, D., Baker, C. S., Hoch, J. M., & Hoch, M. C. (2022). Examining physical literacy in young adults : Psychometric properties of the PLAYself. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 47(9), 926-932. Scopus. <https://doi.org/10.1139/apnm-2022-0062>
- Kornet-van der Aa, D. A., Altenburg, T. M., van Randerad-van der Zee, C. H., & Chinapaw, M. J. M. (2017). The effectiveness and promising strategies of obesity prevention and treatment programmes among adolescents from disadvantaged backgrounds : A systematic review: Preventing and treating adolescent obesity. *Obesity Reviews*, 18(5), 581-593. <https://doi.org/10.1111/obr.12519>
- Kozera, T. R. (2017). *Physical literacy in children and youth*. University of Manitoba.
- Kriemler, S., Meyer, U., Martin, E., van Sluijs, E. M. F., Andersen, L. B., & Martin, B. W. (2011). Effect of school-based interventions on physical activity and fitness in children and adolescents : A review of reviews and systematic update. *British Journal of Sports Medicine*, 45(11), 923-930. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090186>
- Kumar, S., & Kelly, A. S. (2017). Review of Childhood Obesity. *Mayo Clinic Proceedings*, 92(2), 251-265. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.09.017>
- Kwan, M. Y. W., Graham, J. D., Bedard, C., Bremer, E., Healey, C., & Cairney, J. (2019). Examining the Effectiveness of a Pilot Physical Literacy–Based Intervention Targeting First-Year University Students : The PLUS Program. *SAGE Open*, 9(2), 215824401985024. <https://doi.org/10.1177/2158244019850248>
- Kwon, S., Ekelund, U., Kandula, N. R., & Janz, K. F. (2022). Joint associations of physical activity and sedentary time with adiposity during adolescence : ALSPAC. *European Journal of Public Health*, 32(3), 347-353. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckac023>
- Laird, Y., Fawkner, S., Kelly, P., McNamee, L., & Niven, A. (2016). The role of social support on physical activity behaviour in adolescent girls : A systematic review and meta-analysis. *The*

*International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 13, 79.

<https://doi.org/10.1186/s12966-016-0405-7>

Lambrinou, C.-P., Androutsos, O., Karaglani, E., Cardon, G., Huys, N., Wikström, K., Kivelä, J., Ko, W.,

Karuranga, E., Tsochev, K., Iotova, V., Dimova, R., De Miguel-Etayo, P., M. González-Gil, E.,

Tamás, H., Jancsó, Z., Liatis, S., Makrilakis, K., & Manios, Y. (2020). Effective strategies for

childhood obesity prevention via school based, family involved interventions : A critical

review for the development of the Feel4Diabetes-study school based component. *BMC*

*Endocrine Disorders*, 20(S2), 52. <https://doi.org/10.1186/s12902-020-0526-5>

Lang, J. J., Chaput, J.-P., Longmuir, P. E., Barnes, J. D., Belanger, K., Tomkinson, G. R., Anderson, K. D.,

Bruner, B., Copeland, J. L., Gregg, M. J., Hall, N., Kolen, A. M., Lane, K. N., Law, B., MacDonald,

D. J., Martin, L. J., Saunders, T. J., Sheehan, D., Stone, M. R., ... Tremblay, M. S. (2018).

*Cardiorespiratory fitness is associated with physical literacy in a large sample of Canadian children aged 8 to 12 years*. 13.

Larsen, L. M., Hertel, N. T., Mølgaard, C., Christensen, R. D., Husby, S., & Jarbøl, D. E. (2015). Early

intervention for childhood overweight : A randomized trial in general practice. *Scandinavian Journal of Primary Health Care*, 33(3), 184-190.

<https://doi.org/10.3109/02813432.2015.1067511>

Lascar, N., Brown, J., Pattison, H., Barnett, A. H., Bailey, C. J., & Bellary, S. (2018). Type 2 diabetes in

adolescents and young adults. *The Lancet. Diabetes & Endocrinology*, 6(1), 69-80.

[https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(17\)30186-9](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(17)30186-9)

Latimer-Cheung, A. E., Copeland, J. L., Fowles, J., Zehr, L., Duggan, M., & Tremblay, M. S. (2016). The

Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth : Implications for

practitioners, professionals, and organizations. *Applied Physiology, Nutrition, and*

*Metabolism*, 41(6 (Suppl. 3)), S328-S335. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0086>



Lau, D. C. W., Douketis, J. D., Morrison, K. M., Hramiak, I. M., Sharma, A. M., & Ur, E. (2007). 2006

Canadian clinical practice guidelines on the management and prevention of obesity in adults and children [summary]. *CMAJ : Canadian Medical Association Journal*, *176*(8), S1-S13.

<https://doi.org/10.1503/cmaj.061409>

Lazzer, S., Vermorel, M., Montaurier, C., Meyer, M., & Boirie, Y. (2005). Changes in adipocyte hormones and lipid oxidation associated with weight loss and regain in severely obese adolescents. *International Journal of Obesity* (2005), *29*(10), 1184-1191.

<https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802977>

Lee, C. K., Sim, Y. K., Lee, J.-H., Yook, J. S., Ha, S.-M., Seo, E. C., So, W.-Y., Kim, H. R., Jeong, W.-M., Goo, B. O., Chung, J.-W., & Ha, M.-S. (2022). The Relationship between Body Composition and Physical Fitness and the Effect of Exercise According to the Level of Childhood Obesity Using the MGPA Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(1), 487. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010487>

Liu, Y., & Chen, S. (2021). Physical literacy in children and adolescents : Definitions, assessments, and interventions. *European Physical Education Review*, *27*(1), 96-112.

<https://doi.org/10.1177/1356336X20925502>

Liu, Y., Hadier, S. G., Liu, L., Hamdani, S. M. Z. H., Hamdani, S. D., Danish, S. S., Fatima, S. U., & Guo, Y. (2023). Assessment of the Relationship between Body Weight Status and Physical Literacy in 8 to 12 Year Old Pakistani School Children : The PAK-IPPL Cross-Sectional Study. *Children*, *10*(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/children10020363>

Lodewyk, K. R. (2019). Early Validation Evidence of the Canadian Practitioner-Based Assessment of Physical Literacy in Secondary Physical Education. *The Physical Educator*, *76*(3), Article 3.

<https://doi.org/10.18666/TPE-2019-V76-I3-8850>

- Longmuir, P. E., Boyer, C., Lloyd, M., Yang, Y., Boiarskaia, E., Zhu, W., & Tremblay, M. S. (2015). The Canadian Assessment of Physical Literacy : Methods for children in grades 4 to 6 (8 to 12 years). *BMC Public Health*, *15*(1), 767. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-2106-6>
- Longmuir, P. E., Gunnell, K. E., Barnes, J. D., Belanger, K., Leduc, G., Woodruff, S. J., & Tremblay, M. S. (2018). Canadian Assessment of Physical Literacy Second Edition : A streamlined assessment of the capacity for physical activity among children 8 to 12 years of age. *BMC Public Health*, *18*(Suppl 2), 1047. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5902-y>
- Lundvall, S. (2015). Physical literacy in the field of physical education – A challenge and a possibility. *Journal of Sport and Health Science*, *4*(2), 113-118. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2015.02.001>
- Ma, R.-S., Sum, R. K.-W., Li, M.-H., Huang, Y., & Niu, X.-L. (2020). Association between Physical Literacy and Physical Activity : A Multilevel Analysis Study among Chinese Undergraduates. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(21), 7874. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217874>
- Maher, C. A., & Olds, T. S. (2011). Minutes, MET minutes, and METs : Unpacking socio-economic gradients in physical activity in adolescents. *Journal of Epidemiology and Community Health*, *65*(2), 160-165. <https://doi.org/10.1136/jech.2009.099796>
- Mäkinen, T., Kestilä, L., Borodulin, K., Martelin, T., Rahkonen, O., & Prättälä, R. (2010). Effects of childhood socio-economic conditions on educational differences in leisure-time physical activity. *European Journal of Public Health*, *20*(3), 346-353. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckp187>
- Mandigo, J., Francis, N., Lodewyk, K., & Lopez, R. (2009). Physical literacy for educators. *Physical & Health Education Journal*, *27*.
- Mandigo, J., Lodewyk, K., & Tredway, J. (2019). Examining the Impact of a Teaching Games for Understanding Approach on the Development of Physical Literacy Using the Passport for Life

- Assessment Tool. *Journal of Teaching in Physical Education*, 38(2), 136-145.  
<https://doi.org/10.1123/jtpe.2018-0028>
- Marmeleira, J., Veiga, G., Cansado, H., & Raimundo, A. (2017). Relationship between motor proficiency and body composition in 6- to 10-year-old children. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 53(4), 348-353. <https://doi.org/10.1111/jpc.13446>
- Martin, A., Booth, J. N., Laird, Y., Sproule, J., Reilly, J. J., & Saunders, D. H. (2018). Physical activity, diet and other behavioural interventions for improving cognition and school achievement in children and adolescents with obesity or overweight. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2018(3). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009728.pub4>
- Maturo, C. C., & Cunningham, S. A. (2013). Influence of Friends on Children's Physical Activity : A Review. *American Journal of Public Health*, 103(7), e23-e38.  
<https://doi.org/10.2105/AJPH.2013.301366>
- McAuley, E., Mihalko, S. L., & Bane, S. M. (1997). Exercise and self-esteem in middle-aged adults : Multidimensional relationships and physical fitness and self-efficacy influences. *Journal of Behavioral Medicine*, 20(1), 67-83. <https://doi.org/10.1023/a:1025591214100>
- Mead, E., Brown, T., Rees, K., Azevedo, L. B., Whittaker, V., Jones, D., Olajide, J., Mainardi, G. M., Corpeleijn, E., O'Malley, C., Beardsmore, E., Al-Khudairy, L., Baur, L., Metzendorf, M.-I., Demaio, A., & Ells, L. J. (2017). Diet, physical activity and behavioural interventions for the treatment of overweight or obese children from the age of 6 to 11 years. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017(6). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012651>
- Medina-Inojosa, J. R., Somers, V. K., Thomas, R. J., Jean, N., Jenkins, S. M., Gomez-Ibarra, M. A., Supervia, M., & Lopez-Jimenez, F. (2018). Association Between Adiposity and Lean Mass With Long-Term Cardiovascular Events in Patients With Coronary Artery Disease : No Paradox. *Journal of the American Heart Association: Cardiovascular and Cerebrovascular Disease*, 7(10), e007505. <https://doi.org/10.1161/JAHA.117.007505>

- Melby, P. S., Nielsen, G., Brønd, J. C., Tremblay, M. S., Bentsen, P., & Elsborg, P. (2022). Associations between children's physical literacy and well-being : Is physical activity a mediator? *BMC Public Health*, 22(1), 1267. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13517-x>
- Mendelson, M., Michallet, A.-S., Estève, F., Perrin, C., Levy, P., Wuyam, B., & Flore, P. (2012). Ventilatory responses to exercise training in obese adolescents. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 184(1), 73-79. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2012.08.001>
- Mendoza-Muñoz, M., Adsuar, J. C., Pérez-Gómez, J., Muñoz-Bermejo, L., Garcia-Gordillo, M. Á., & Carlos-Vivas, J. (2020). Influence of Body Composition on Physical Fitness in Adolescents. *Medicina*, 56(7), 328. <https://doi.org/10.3390/medicina56070328>
- Mendoza-Muñoz, M., Barrios-Fernández, S., Adsuar, J. C., Pastor-Cisneros, R., Risco-Gil, M., García-Gordillo, M. Á., & Carlos-Vivas, J. (2021). Influence of Body Composition on Physical Literacy in Spanish Children. *Biology*, 10(6), 482. <https://doi.org/10.3390/biology10060482>
- Mendoza-Muñoz, M., Vega-Muñoz, A., Carlos-Vivas, J., Denche-Zamorano, Á., Adsuar, J. C., Raimundo, A., Salazar-Sepúlveda, G., Contreras-Barraza, N., & Muñoz-Urtubia, N. (2022). The Bibliometric Analysis of Studies on Physical Literacy for a Healthy Life. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22), 15211. <https://doi.org/10.3390/ijerph192215211>
- Mijalković, S., Stanković, D., Tomljanović, M., Batez, M., Grle, M., Grle, I., Brkljačić, I., Jularić, J., Sporiš, G., & Fišer, S. Ž. (2022). School-Based Exercise Programs for Promoting Cardiorespiratory Fitness in Overweight and Obese Children Aged 6 to 10. *Children*, 9(9). Scopus. <https://doi.org/10.3390/children9091323>
- Moraes, L., Lissner, L., Yngve, A., Poortvliet, E., Al-Ansari, U., & Sjöberg, A. (2012). Multi-level influences on childhood obesity in Sweden : Societal factors, parental determinants and child's lifestyle. *International Journal of Obesity (2005)*, 36(7), 969-976. <https://doi.org/10.1038/ijo.2012.79>

- Moschonis, G., Siopis, G., Anastasiou, C., Iotova, V., Stefanova, T., Dimova, R., Rurik, I., Radó, A. S., Cardon, G., De Craemer, M., Lindström, J., Moreno, L. A., De Miguel-Etayo, P., Makrilakis, K., Liatis, S., Manios, Y., & on behalf of the Feel4Diabetes-study Group. (2022). Prevalence of Childhood Obesity by Country, Family Socio-Demographics, and Parental Obesity in Europe : The Feel4Diabetes Study. *Nutrients*, 14(9), 1830. <https://doi.org/10.3390/nu14091830>
- Moss, G. W. O., & Mosley, W. (1959). The Canadian Public Health Association Annual Report 1958-1959 : PART I. *Canadian Journal of Public Health / Revue Canadienne de Sante'e Publique*, 50(6), 256-260.
- Nathan, N., Hall, A., McCarthy, N., Sutherland, R., Wiggers, J., Bauman, A. E., Rissel, C., Naylor, P.-J., Craddock, A., Lane, C., Hope, K., Elton, B., Shoesmith, A., Oldmeadow, C., Reeves, P., Gillham, K., Duggan, B., Boyer, J., Lecathelinais, C., & Wolfenden, L. (2022). Multi-strategy intervention increases school implementation and maintenance of a mandatory physical activity policy : Outcomes of a cluster randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 56(7), 385-393. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103764>
- Neshteruk, C. D., Day, S. E., Konty, K. J., Armstrong, S. C., Skinner, A. C., & D'Agostino, E. M. (2023). Severe obesity and fitness in New York City public school youth, 2010-2018. *BMC Public Health*, 23(1), 345. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15267-w>
- Nooijen, C. F. J., Galanti, M. R., Engström, K., Möller, J., & Forsell, Y. (2017). Effectiveness of interventions on physical activity in overweight or obese children : A systematic review and meta-analysis including studies with objectively measured outcomes: Physical activity interventions. *Obesity Reviews*, 18(2), 195-213. <https://doi.org/10.1111/obr.12487>
- OBEPI-ROCHE. (2020). *Enquête épidémiologique nationale sur le surpoids et l'obésité pour la Ligue contre l'Obésité* (p. 39).
- Observatoire Régional de la Santé. (2020). *La Santé des Jeunes de Nouvelle-Aquitaine* (Volet 2; p. 18). Observatoire Régional de la santé Nouvelle Aquitaine.

- Ohri-Vachaspati, P., DeLia, D., DeWeese, R. S., Crespo, N. C., Todd, M., & Yedidia, M. J. (2015). The relative contribution of layers of the Social Ecological Model to childhood obesity. *Public health nutrition*, 18(11), 2055-2066. <https://doi.org/10.1017/S1368980014002365>
- O'Malley, G., & Thivel, D. (2015). *Physical Activity And Play In Children Who Are Obese*. 20.
- Omura, J. D., Carlson, S. A., Brown, D. R., Hopkins, D. P., Kraus, W. E., Staffileno, B. A., Thomas, R. J., Lobelo, F., Fulton, J. E., & American Heart Association Physical Activity Committee of the Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health; Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; and Council on Clinical Cardiology. (2020). Built Environment Approaches to Increase Physical Activity : A Science Advisory From the American Heart Association. *Circulation*, 142(11), e160-e166. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000884>
- Organisation mondiale de la Santé. (2020). *Lignes directrices de l'OMS sur l'activité physique et la sédentarité : En un coup d'oeil*. Organisation mondiale de la Santé.  
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/337003>
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., & Castillo, M. J. (2013). Physical activity, physical fitness, and overweight in children and adolescents : Evidence from epidemiologic studies. *Endocrinología y Nutrición (English Edition)*, 60(8), 458-469. <https://doi.org/10.1016/j.endoen.2013.10.007>
- Ortega, F. B., Tresaco, B., Ruiz, J. R., Moreno, L. A., Martin-Matillas, M., Mesa, J. L., Warnberg, J., Bueno, M., Tercedor, P., Gutiérrez, Á., & Castillo, M. J. (2007). Cardiorespiratory Fitness and Sedentary Activities Are Associated with Adiposity in Adolescents\*. *Obesity*, 15(6), 1589-1599. <https://doi.org/10.1038/oby.2007.188>
- Owen, M. B., Curry, W. B., Kerner, C., Newson, L., & Fairclough, S. J. (2017). The effectiveness of school-based physical activity interventions for adolescent girls : A systematic review and meta-analysis. *Preventive Medicine*, 105, 237-249.  
<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.09.018>

Pamungkas & Chamroonsawasdi. (2019). Home-Based Interventions to Treat and Prevent Childhood Obesity : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Behavioral Sciences*, 9(4), 38.

<https://doi.org/10.3390/bs9040038>

Paponetti, M. K., Zwolski, C., Porter, R., & Paterno, M. V. (2023). Leveraging the construct of physical literacy to promote physical activity for youth with obesity – A qualitative analysis of physical therapists' perceptions. *Obesity Pillars*, 5, 100054.

<https://doi.org/10.1016/j.obpill.2022.100054>

Pate, R. R., Flynn, J. I., & Dowda, M. (2016). Policies for promotion of physical activity and prevention of obesity in adolescence. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 14(2), 47-53.

<https://doi.org/10.1016/j.jesf.2016.07.003>

Pereira, M., Nogueira, H., & Padez, C. (2018). Association between childhood obesity and environmental characteristics : Testing a multidimensional environment index using census data. *Applied Geography*, 92, 104-111. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.01.005>

Perry, P. (2011). Concept analysis : Confidence/self-confidence. *Nursing Forum*, 46(4), 218-230.

<https://doi.org/10.1111/j.1744-6198.2011.00230.x>

Pfeifflié, S., Pellegrino, F., Kruseman, M., Pijollet, C., Volery, M., Soguel, L., & Torre, S. B. D. (2019). Current Recommendations for Nutritional Management of Overweight and Obesity in Children and Adolescents : A Structured Framework. *Nutrients*, 11(2), 362.

<https://doi.org/10.3390/nu11020362>

*Physical Literacy for life*. (2023). <https://physical-literacy.isca.org/>

Piggin, J. (2020). What Is Physical Activity? A Holistic Definition for Teachers, Researchers and Policy Makers. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2, 72.

<https://doi.org/10.3389/fspor.2020.00072>

Poitras, V. J., Gray, C. E., Borghese, M. M., Carson, V., Chaput, J.-P., Janssen, I., Katzmarzyk, P. T., Pate, R. R., Connor Gorber, S., Kho, M. E., Sampson, M., & Tremblay, M. S. (2016). Systematic

- review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(6 (Suppl. 3)), S197-S239. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0663>
- Pot, N., Whitehead, M. E., & Durden-Myers, E. J. (2018). Physical Literacy From Philosophy to Practice. *Journal of Teaching in Physical Education*, 37(3), 246-251. <https://doi.org/10.1123/jtpe.2018-0133>
- Power, T. G., Ullrich-French, S. C., Steele, M. M., Daratha, K. B., & Bindler, R. C. (2011). Obesity, cardiovascular fitness, and physically active adolescents' motivations for activity : A self-determination theory approach. *Psychology of Sport and Exercise*, 12(6), 593-598. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2011.07.002>
- Prados, M. J., Nicosia, N., & Datar, A. (2023). Impact of built, social, and economic environments on adolescent obesity and related health behaviors. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 31(4), 1085-1094. <https://doi.org/10.1002/oby.23682>
- Prentice-Dunn, H., & Prentice-Dunn, S. (2012). Physical activity, sedentary behavior, and childhood obesity : A review of cross-sectional studies. *Psychology, Health & Medicine*, 17(3), 255-273. <https://doi.org/10.1080/13548506.2011.608806>
- Psaltopoulou, T., Tzanninis, S., Ntanasis-Stathopoulos, I., Panotopoulos, G., Kostopoulou, M., Tzanninis, I.-G., Tsagianni, A., & Sergentanis, T. N. (2019). Prevention and treatment of childhood and adolescent obesity : A systematic review of meta-analyses. *World Journal of Pediatrics*, 15(4), 350-381. <https://doi.org/10.1007/s12519-019-00266-y>
- Puggina, A., Aleksovska, K., Buck, C., Burns, C., Cardon, G., Carlin, A., Chantal, S., Ciarapica, D., Condello, G., Coppinger, T., Cortis, C., D'Haese, S., De Craemer, M., Di Blasio, A., Hansen, S., Iacoviello, L., Issartel, J., Izzicupo, P., Jaeschke, L., ... DEDIPAC Consortium. (2018). Policy determinants of physical activity across the life course : A 'DEDIPAC' umbrella systematic



- literature review. *European Journal of Public Health*, 28(1), 105-118.  
<https://doi.org/10.1093/eurpub/ckx174>
- Quinart, S. (2015). *VALIDATION D'OUTILS ADAPTÉS POUR L'ÉVALUATION DE L'ENDURANCE CARDIORESPIRATOIRE CHEZ L'ADOLESCENT OBÈSE.*
- Raistenskis, J., Sidlauskiene, A., Strukcinskiene, B., Baysal, S. U., & Buckus, R. (2016). Physical activity and physical fitness in obese, overweight, and normal-weight children. *Turk J Med Sci*, 9.
- Reimers, A. K., Wagner, M., Alvanides, S., Steinmayr, A., Reiner, M., Schmidt, S., & Woll, A. (2014). Proximity to sports facilities and sports participation for adolescents in Germany. *PloS One*, 9(3), e93059. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093059>
- Risjord, M. (2009). Rethinking concept analysis. *Journal of Advanced Nursing*, 65(3), 684-691.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2008.04903.x>
- Robinson, L. E., Stodden, D. F., Barnett, L. M., Lopes, V. P., Logan, S. W., Rodrigues, L. P., & D'Hondt, E. (2015). Motor Competence and its Effect on Positive Developmental Trajectories of Health. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(9), 1273-1284. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0351-6>
- Roemmich, J. N., Epstein, L. H., Raja, S., Yin, L., Robinson, J., & Winiewicz, D. (2006). Association of access to parks and recreational facilities with the physical activity of young children. *Preventive Medicine*, 43(6), 437-441. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2006.07.007>
- Rolland-Cachera, M. F. (2011). Childhood obesity : Current definitions and recommendations for their use. *International Journal of Pediatric Obesity: IJPO: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 6(5-6), 325-331.  
<https://doi.org/10.3109/17477166.2011.607458>
- Rolland-Cachera, M. F., Cole, T. J., Sempé, M., Tichet, J., Rossignol, C., & Charraud, A. (1991). Body Mass Index variations : Centiles from birth to 87 years. *European Journal of Clinical Nutrition*, 45(1), 13-21.

- Rolland-Cachera, M. F., Deheeger, M., Maillot, M., & Bellisle, F. (2006). Early adiposity rebound : Causes and consequences for obesity in children and adults. *International Journal of Obesity (2005)*, 30 Suppl 4, S11-17. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803514>
- Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Martinez-Gomez, D., Labayen, I., Moreno, L. A., De Bourdeaudhuij, I., Manios, Y., Gonzalez-Gross, M., Mauro, B., Molnar, D., Widhalm, K., Marcos, A., Beghin, L., Castillo, M. J., Sjostrom, M., & on behalf of the HELENA Study Group. (2011). Objectively Measured Physical Activity and Sedentary Time in European Adolescents : The HELENA Study. *American Journal of Epidemiology*, 174(2), 173-184. <https://doi.org/10.1093/aje/kwr068>
- Rydenstam, T., Fell, T., Buli, B. G., King, A. C., & Bälter, K. (2020). Using citizen science to understand the prerequisites for physical activity among adolescents in low socioeconomic status neighborhoods—The NESLA study. *Health & Place*, 65, 102387. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2020.102387>
- Sa, H., Sy, L., Ka, K., Js, S., Cm, S., Hr, P., & Kw, K. (2016). Eating habits, physical activity, nutrition knowledge, and self-efficacy by obesity status in upper-grade elementary school students. *Nutrition research and practice*, 10(6). <https://doi.org/10.4162/nrp.2016.10.6.597>
- Safdie, M., Jennings-Aburto, N., Lévesque, L., Janssen, I., Campirano-Núñez, F., López-Olmedo, N., Aburto, T., & Rivera, J. A. (2013). Impact of a school-based intervention program on obesity risk factors in Mexican children. *Salud Publica De Mexico*, 55 Suppl 3, 374-387. <https://doi.org/10.21149/spm.v55s3.5138>
- Sallis, J., Bauman, A., & Pratt, M. (1998). Environmental and policy interventions to promote physical activityaaThis work was prepared for the CIAR Conference on Physical Activity Promotion : An ACSM Specialty Conference. *American Journal of Preventive Medicine*, 15(4), 379-397. [https://doi.org/10.1016/S0749-3797\(98\)00076-2](https://doi.org/10.1016/S0749-3797(98)00076-2)

- Sallis, J. F. (2018). Needs and Challenges Related to Multilevel Interventions : Physical Activity Examples. *Health Education & Behavior: The Official Publication of the Society for Public Health Education*, 45(5), 661-667. <https://doi.org/10.1177/1090198118796458>
- Sallis, J. F., Cervero, R. B., Ascher, W., Henderson, K. A., Kraft, M. K., & Kerr, J. (2006). AN ECOLOGICAL APPROACH TO CREATING ACTIVE LIVING COMMUNITIES. *Annual Review of Public Health*, 27(1), 297-322. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.27.021405.102100>
- Salvy, S.-J., Roemmich, J. N., Bowker, J. C., Romero, N. D., Stadler, P. J., & Epstein, L. H. (2009). Effect of Peers and Friends on Youth Physical Activity and Motivation to be Physically Active. *Journal of Pediatric Psychology*, 34(2), 217-225. <https://doi.org/10.1093/jpepsy/jsn071>
- Saunders, T. J., Rollo, S., Kuzik, N., Demchenko, I., Bélanger, S., Brisson-Boivin, K., Carson, V., da Costa, B. G. G., Davis, M., Hornby, S., Huang, W. Y., Law, B., Ponti, M., Markham, C., Salmon, J., Tomasone, J. R., Van Rooij, A. J., Wachira, L.-J., Wijndaele, K., & Tremblay, M. S. (2022). International school-related sedentary behaviour recommendations for children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 19(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s12966-022-01259-3>
- Schmalz, D. L., Deane, G. D., Birch, L. L., & Davison, K. K. (2007). A Longitudinal Assessment of the Links Between Physical Activity and Self-Esteem in Early Adolescent Non-Hispanic Females. *Journal of Adolescent Health*, 41(6), 559-565. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2007.07.001>
- Shang, X., Liu, A., Li, Y., Hu, X., Du, L., Ma, J., Xu, G., Li, Y., Guo, H., & Ma, G. (2010). The Association of Weight Status with Physical Fitness among Chinese Children. *International Journal of Pediatrics*, 2010, 1-6. <https://doi.org/10.1155/2010/515414>
- Shearer, C., Goss, H. R., Boddy, L. M., Knowles, Z. R., Durden-Myers, E. J., & Foweather, L. (2021). Assessments Related to the Physical, Affective and Cognitive Domains of Physical Literacy

- Amongst Children Aged 7–11.9 Years : A Systematic Review. *Sports Medicine - Open*, 7(1), 37.  
<https://doi.org/10.1186/s40798-021-00324-8>
- Simon, C., Kellou, N., Dugas, J., Platat, C., Copin, N., Schweitzer, B., Hausser, F., Bergouignan, A., Lefai, E., & Blanc, S. (2014). A socio-ecological approach promoting physical activity and limiting sedentary behavior in adolescence showed weight benefits maintained 2.5 years after intervention cessation. *International Journal of Obesity*, 38(7), 936-943.  
<https://doi.org/10.1038/ijo.2014.23>
- Smith, S. K., & Perito, E. R. (2018). Nonalcoholic Liver Disease in Children and Adolescents. *Clinics in Liver Disease*, 22(4), 723-733. <https://doi.org/10.1016/j.cld.2018.07.001>
- Soares, R., Brasil, I., Monteiro, W., & Farinatti, P. (2023). Effects of physical activity on body mass and composition of school-age children and adolescents with overweight or obesity : Systematic review focusing on intervention characteristics. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 33, 154-163. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2022.09.004>
- Söğüt, M., Clemente, F. M., Clark, C. C. T., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). Variations in Central Adiposity, Cardiovascular Fitness, and Objectively Measured Physical Activity According to Weight Status in Children (9-11 Years). *Frontiers in Physiology*, 10, 936.  
<https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00936>
- Stankov, I., Olds, T., & Cargo, M. (2012). Overweight and obese adolescents : What turns them off physical activity? *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9(1), 53.  
<https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-53>
- Stearns, J., Wohlers, B., Mchugh, T.-L., Kuzik, N., & Spence, J. (2018). Reliability and Validity of the PLAY fun Tool with Children and Youth in Northern Canada. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 23, 1-11. <https://doi.org/10.1080/1091367X.2018.1500368>

- Stodden, D. F., Gao, Z., Goodway, J. D., & Langendorfer, S. J. (2014). Dynamic Relationships Between Motor Skill Competence and Health-Related Fitness in Youth. *Pediatric Exercise Science*, 26(3), 231-241. <https://doi.org/10.1123/pes.2013-0027>
- Styne, D. M., Arslanian, S. A., Connor, E. L., Farooqi, I. S., Murad, M. H., Silverstein, J. H., & Yanovski, J. A. (2017). Pediatric Obesity—Assessment, Treatment, and Prevention : An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 102(3), 709-757. <https://doi.org/10.1210/jc.2016-2573>
- Sum, R. K. W., Ha, A. S. C., Cheng, C. F., Chung, P. K., Yiu, K. T. C., Kuo, C. C., Yu, C. K., & Wang, F. J. (2016). Construction and Validation of a Perceived Physical Literacy Instrument for Physical Education Teachers. *PLOS ONE*, 11(5), e0155610. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155610>
- Suton, D., Pfeiffer, K. A., Feltz, D. L., Yee, K. E., Eisenmann, J. C., & Carlson, J. J. (2013). Physical Activity and Self-efficacy in Normal and Over-fat Children. *American Journal of Health Behavior*, 37(5), 635-640. <https://doi.org/10.5993/AJHB.37.5.7>
- Swinburn, B., Egger, G., & Raza, F. (1999). Dissecting obesogenic environments : The development and application of a framework for identifying and prioritizing environmental interventions for obesity. *Preventive Medicine*, 29(6 Pt 1), 563-570. <https://doi.org/10.1006/pmed.1999.0585>
- Taplin, L. (2019). Physical literacy as a journey. In *Physical Literacy across the World* (p. 239-254). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203702697-17>
- Teixeira, P. J., Carraça, E. V., Markland, D., Silva, M. N., & Ryan, R. M. (2012). Exercise, physical activity, and self-determination theory : A systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9(1), 78. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-78>
- Telama, R., Yang, X., Leskinen, E., Kankaanpää, A., Hirvensalo, M., Tammelin, T., Viikari, J. S. A., & Raitakari, O. T. (2014). Tracking of physical activity from early childhood through youth into

adulthood. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(5), 955-962.

<https://doi.org/10.1249/MSS.000000000000181>

The Schools and Physical Activity Task and Finish Group. (2013). *Physical literacy—An all-Wales approach to increasing levels of physical activity for children and young people*.

<https://www.gov.wales/sites/default/files/publications/2018-02/physical-literacy-an-all-wales-approach-to-increasing-levels-of-physical-activity-for-children-and-young-people-schools-and-physical-activity-ask-and-finish-group.pdf>

Toftager, M., Christiansen, L. B., Ersbøll, A. K., Kristensen, P. L., Due, P., & Troelsen, J. (2014).

Intervention Effects on Adolescent Physical Activity in the Multicomponent SPACE Study : A Cluster Randomized Controlled Trial. *PLOS ONE*, 9(6), e99369.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099369>

Tomkinson, G. R., Lang, J. J., & Tremblay, M. S. (2019). Temporal trends in the cardiorespiratory fitness of children and adolescents representing 19 high-income and upper middle-income countries between 1981 and 2014. *British Journal of Sports Medicine*, 53(8), 478-486.

<https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097982>

Tremblay, M. S., Aubert, S., Barnes, J. D., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A. E., Chastin, S. F. M., Altenburg, T. M., Chinapaw, M. J. M., Altenburg, T. M., Aminian, S., Arundell, L., Atkin, A. J., Aubert, S., Barnes, J., Barone Gibbs, B., Bassett-Gunter, R., Belanger, K., Biddle, S., ... on behalf of SBRN Terminology Consensus Project Participants. (2017). Sedentary Behavior Research Network (SBRN) – Terminology Consensus Project process and outcome. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 75.

<https://doi.org/10.1186/s12966-017-0525-8>

Tremblay, M. S., Carson, V., & Chaput, J.-P. (2016). Introduction to the Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth : An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour,

- and Sleep. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquée, Nutrition Et Métabolisme*, 41(6 Suppl 3), iii-iv. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0203>
- Tremblay, M. S., Carson, V., Chaput, J.-P., Connor Gorber, S., Dinh, T., Duggan, M., Faulkner, G., Gray, C. E., Gruber, R., Janson, K., Janssen, I., Katzmarzyk, P. T., Kho, M. E., Latimer-Cheung, A. E., LeBlanc, C., Okely, A. D., Olds, T., Pate, R. R., Phillips, A., ... Zehr, L. (2016). Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth : An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(6 (Suppl. 3)), S311-S327. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0151>
- Tremblay, M. S., & Lloyd, M. (2010). Physical literacy measurement—The missing piece. *Physical and Health Education Canada Journal*, 76, 26-30.
- Tully, L., Arthurs, N., Wyse, C., Browne, S., Case, L., McCrea, L., O'Connell, J. M., O'Gorman, C. S., Smith, S. M., Walsh, A., Ward, F., & O'Malley, G. (2022). Guidelines for treating child and adolescent obesity : A systematic review. *Frontiers in Nutrition*, 9, 902865. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.902865>
- Ulrich, D. (2000). *Test of gross motor development-2*.
- Vallerand, Robert. J., & Thill, E. E. (1993). *Introduction à la psychologie de la motivation*. Laval : Éditions Études Vivantes. <https://core.ac.uk/reader/59315360>
- Van Dyck, D., Barnett, A., Cerin, E., Conway, T. L., Esteban-Cornejo, I., Hinckson, E., Rubín, L., Rush, E., Baron-Epel, O., Cain, K. L., Christiansen, L. B., Islam, M. Z., Mitáš, J., Molina-García, J., Oyeyemi, A., Ranjani, H., Reis, R., Santos, M. P., Sit, C., ... Sallis, J. F. (2022). Associations of accelerometer measured school- and non-school based physical activity and sedentary time with body mass index : IPEN Adolescent study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 19(1), 85. <https://doi.org/10.1186/s12966-022-01324-x>
- Vanhelst, J., Ternynck, C., Ovigneur, H., & Deschamps, T. (2020). Évaluation de la condition physique durant l'enfance dans le nord de la France : Le programme Diagnoform. *Revue*

*d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 68(3), 163-169.

<https://doi.org/10.1016/j.respe.2020.04.052>

Vega-Ramirez, L., Pérez-Cañaveras, R. M., & De Juan Herrero, J. (2021). There Is an Inverse Correlation between Basic Motor Skills and Overweight in Schoolchildren Aged 8 to 12.

*Children*, 8(12), 1198. <https://doi.org/10.3390/children8121198>

Verdot, C., Torres, M., Salanave, B., & Deschamps, V. (2017). *Corpulence des enfants et des adultes en France métropolitaine en 2015. Résultats de l'étude Esteban et évolution depuis 2006.*

Verduci, E., Di Profio, E., Fiore, G., & Zuccotti, G. (2022). Integrated Approaches to Combatting Childhood Obesity. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 78(Suppl. 2), 8-19.

<https://doi.org/10.1159/000524962>

Verjans-Janssen, S. R. B., van de Kolk, I., Van Kann, D. H. H., Kremers, S. P. J., & Gerards, S. M. P. L.

(2018). Effectiveness of school-based physical activity and nutrition interventions with direct parental involvement on children's BMI and energy balance-related behaviors – A systematic review. *PLOS ONE*, 13(9), e0204560. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204560>

Vermeiren, E., Bruyndonckx, L., De Winter, B., Verhulst, S., Van Eyck, A., & Van Hoorenbeeck, K.

(2021). The effect of weight regain on cardiometabolic health in children with obesity : A systematic review of clinical studies. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases:*

*NMCD*, 31(9), 2575-2586. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2021.05.020>

Wall, J. (1994). *Children & movement : Physical education in the elementary school* (2nd ed.). Brown & Benchmark.

Wang, Y., Min, J., Khuri, J., & Li, M. (2017). A Systematic Examination of the Association between

Parental and Child Obesity across Countries. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 8(3), 436-448. <https://doi.org/10.3945/an.116.013235>



- Wearing, S. C., Hennig, E. M., Byrne, N. M., Steele, J. R., & Hills, A. P. (2006). The biomechanics of restricted movement in adult obesity. *Obesity Reviews*, 7(1), 13-24.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2006.00215.x>
- Webster, E. K., Sur, I., Stevens, A., & Robinson, L. E. (2021). Associations between body composition and fundamental motor skill competency in children. *BMC Pediatrics*, 21, 444.  
<https://doi.org/10.1186/s12887-021-02912-9>
- White, P. A., Awad, Y. A., Gauvin, L., Spencer, N. J., McGrath, J. J., Clifford, S. A., Nikiema, B., Yang-Huang, J., Goldhaber-Fiebert, J. D., Markham, W., Mensah, F. K., van Grieken, A., Raat, H., Jaddoe, V. W. V., Ludvigsson, J., & Faresjö, T. (2022). Household income and maternal education in early childhood and risk of overweight and obesity in late childhood : Findings from seven birth cohort studies in six high-income countries. *International Journal of Obesity* (2005), 46(9), 1703-1711. <https://doi.org/10.1038/s41366-022-01171-7>
- Whitehead, M. (2001). The Concept of Physical Literacy. *European Journal of Physical Education*, 6(2), 127-138. <https://doi.org/10.1080/1740898010060205>
- Whitehead, M. (2006). *Physical Literacy and Physical Education : Conceptual Mapping*. Physical Education Matters.
- Whitehead, M. (2010). *Physical Literacy Throughout the lifecourse* (Taylor & Francis e-Library, p. 43). International Studies in Physical Education and Youth Sport.  
[https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=Physical+literacy:+throughout+the+lifecourse&author=M+Whitehead&publication\\_year=2010&](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Physical+literacy:+throughout+the+lifecourse&author=M+Whitehead&publication_year=2010&)
- Whitehead, M. (2019). *Physical Literacy across the World*. Routledge & CRC Press.  
<https://www.routledge.com/Physical-Literacy-across-the-World/Whitehead/p/book/9781138571556>
- WHO. (2022). *WHO European Regional Obesity : Report 2022*. World Health Organization, Regional Office for Europe.

- WHO European Childhood Obesity Surveillance Initiative (COSI). (2021). *Report on the fifth round of data collection, 2015–2017*. <https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2022-6594-46360-67071>
- Williams, C. F., Bustamante, E. E., Waller, J. L., & Davis, C. L. (2019). Exercise effects on quality of life, mood, and self-worth in overweight children : The SMART randomized controlled trial. *Translational Behavioral Medicine, 9*(3), 451-459. <https://doi.org/10.1093/tbm/ibz015>
- Williams, H. G., Pfeiffer, K. A., O'Neill, J. R., Dowda, M., McIver, K. L., Brown, W. H., & Pate, R. R. (2008). Motor skill performance and physical activity in preschool children. *Obesity (Silver Spring, Md.), 16*(6), 1421-1426. <https://doi.org/10.1038/oby.2008.214>
- Wolfe, A. M., Lee, J. A., & Laurson, K. R. (2020). Socioeconomic status and physical fitness in youth : Findings from the NHANES National Youth Fitness Survey. *Journal of Sports Sciences, 38*(5), 534-541. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1713688>
- Wong, R. S., Tung, K. T. S., Chan, B. N. K., Ho, F. K. W., Rao, N., Chan, K. L., Sun, J., So, H. K., Wong, W. H. S., Tso, W. W. Y., Yam, J. C. S., Wong, I. C. K., & Ip, P. (2022). Early-life activities mediate the association between family socioeconomic status in early childhood and physical fitness in early adolescence. *Scientific Reports, 12*(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03883-8>
- Woo, S., Ju, Y.-S., Seo, Y.-G., Kim, Y.-M., Lim, H., & Park, K.-H. (2022). Additive Effects of Exercise or Nutrition Intervention in a 24-Month Multidisciplinary Treatment with a Booster Intervention for Children and Adolescents with Overweight or Obesity : The ICAAN Study. *Nutrients, 14*(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/nu14020387>
- World Health Organization. (2016). *Report of the commission on ending childhood obesity*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/204176>

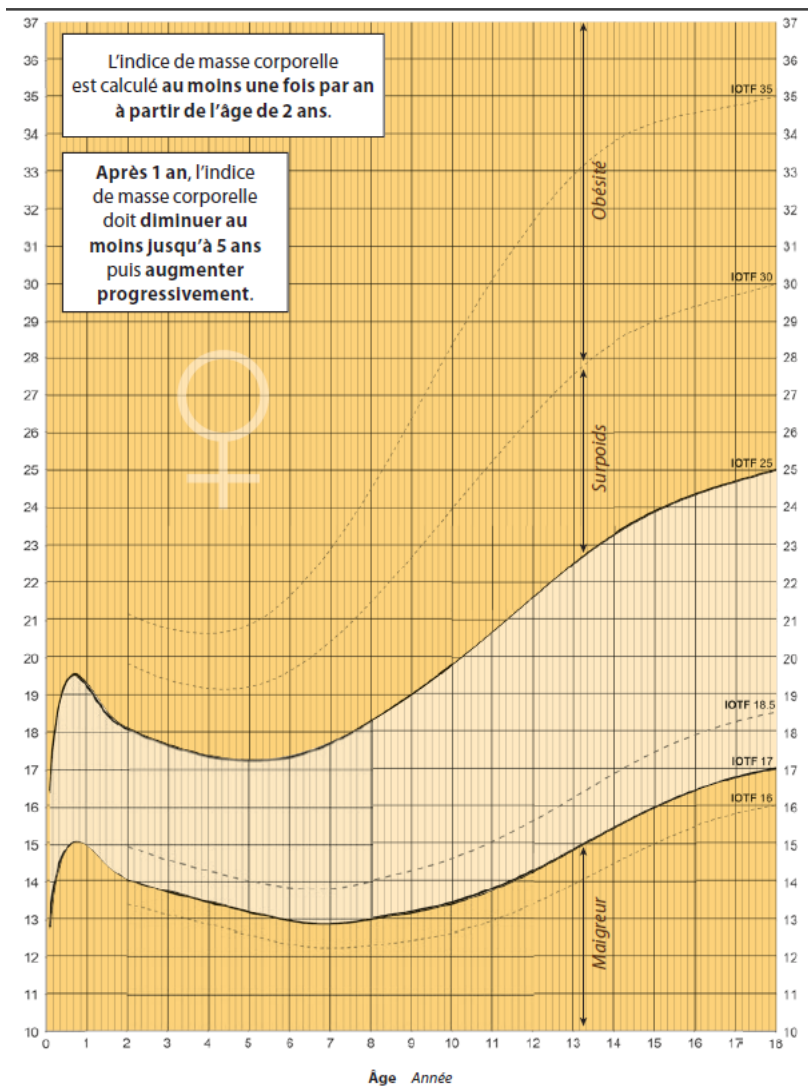
- Wrotniak, B. H., Epstein, L. H., Dorn, J. M., Jones, K. E., & Kondilis, V. A. (2006). The relationship between motor proficiency and physical activity in children. *Pediatrics*, *118*(6), e1758-1765. <https://doi.org/10.1542/peds.2006-0742>
- Wu, T., Yang, S., Liu, M., Qiu, G., Li, H., Luo, M., & Jia, P. (2021). Urban sprawl and childhood obesity. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, *22 Suppl 1*(Suppl 1), e13091. <https://doi.org/10.1111/obr.13091>
- Xu, R., Huang, Q.-T., Chen, Y.-T., & Wang, P.-Y. (2022). Effects and dose-response relationships of exercise intervention on weight loss in overweight and obese children : A meta-regression and system review. *Journal of Pediatric Endocrinology & Metabolism: JPEM*, *35*(9), 1117-1131. <https://doi.org/10.1515/jpem-2022-0209>
- Yan, W., Meng, Y., Wang, L., Zhang, T., Chen, L., & Li, H. (2022). Research on the Relationship between Physical Literacy, Physical Activity and Sedentary Behavior. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(24). Scopus. <https://doi.org/10.3390/ijerph192416455>
- Yang, L., Liang, C., Yu, Y., Xiao, Q., Xi, M., & Tang, L. (2022). Family sports interventions for the treatment of obesity in childhood : A meta-analysis. *Journal of Health, Population and Nutrition*, *41*(1), 40. <https://doi.org/10.1186/s41043-022-00317-7>
- Yang, Y., Yuan, S., Liu, Q., Li, F., Dong, Y., Dong, B., Zou, Z., Ma, J., Baker, J. S., Li, X., & Liang, W. (2022). Meeting 24-Hour Movement and Dietary Guidelines : Prevalence, Correlates and Association with Weight Status among Children and Adolescents: A National Cross-Sectional Study in China. *Nutrients*, *14*(14), 2822. <https://doi.org/10.3390/nu14142822>
- Yen, C.-F., Hsiao, R. C., Ko, C.-H., Yen, J.-Y., Huang, C.-F., Liu, S.-C., & Wang, S.-Y. (2010). The relationships between body mass index and television viewing, internet use and cellular phone use : The moderating effects of socio-demographic characteristics and exercise. *The International Journal of Eating Disorders*, *43*(6), 565-571. <https://doi.org/10.1002/eat.20683>

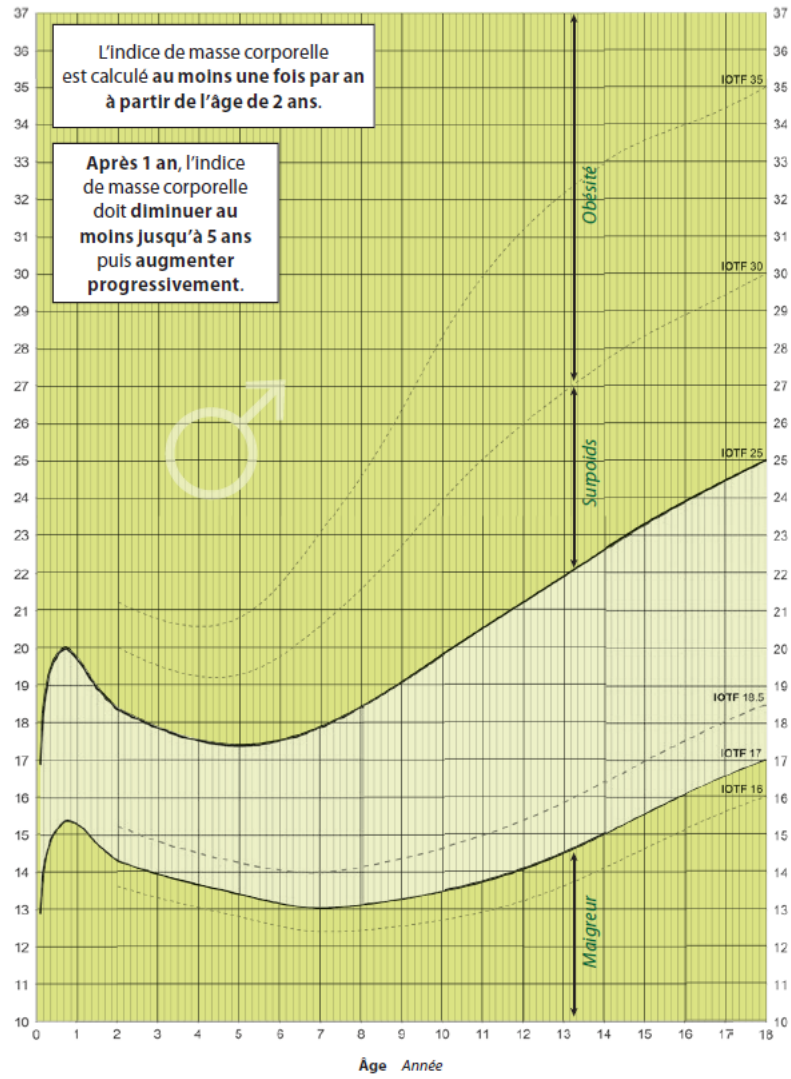
Young, L., O'Connor, J., & Alfrey, L. (2020). Physical literacy : A concept analysis. *Sport, Education and Society*, 25(8), 946-959. <https://doi.org/10.1080/13573322.2019.1677586>

Zhou, J., Zhang, F., Qin, X., Li, P., Teng, Y., Zhang, S., Tao, F., & Huang, K. (2022). Age at adiposity rebound and the relevance for obesity : A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Obesity (2005)*, 46(8), 1413-1424. <https://doi.org/10.1038/s41366-022-01120-4>

## 6) Annexes :

## 6.1 Annexe 1: Courbes de corpulence françaises fille garçons (Haute Autorité de Santé, 2022)





## 6.2 Annexe 2 : Parcours surpoids et obésité de l'enfant et de l'adolescent(e) (Haute Autorité de Santé, 2022)





## 6.3 Annexe 3 : Lignes directrices de l’OMS sur l’Activité Physique et la sédentarité – Enfants et adolescents (Organisation mondiale de la Santé, 2020)

### ENFANTS ET ADOLESCENTS (âgés de 5 à 17 ans)



Chez les enfants et les adolescents, l'activité physique apporte des bénéfices au regard des résultats sanitaires suivants : meilleure forme physique (fonction cardiorespiratoire et musculaire), santé cardiométabolique (pression artérielle, dyslipidémie, glucose et insulino-résistance), état osseux, résultats cognitifs (rendement scolaire, fonction exécutive), santé mentale (symptômes dépressifs réduits) et adiposité réduite.

**Au moins 60 minutes par jour**  
activité physique d'intensité modérée à soutenue, tout au long de la semaine ; cette activité physique doit être principalement aérobie.

Il est recommandé ce qui suit :

> Les enfants et les adolescents devraient pratiquer au moins 60 minutes par jour en moyenne d'activité physique essentiellement aérobie d'intensité modérée à soutenue et ce, tout au long de la semaine.

*Recommandation forte, preuves de certitude modérée*

**Au moins 3 fois par semaine**  
il convient d'intégrer des activités aérobieques d'intensité soutenue, ainsi que des activités qui renforcent le système musculaire et l'état osseux.

*Recommandation forte, preuves de certitude modérée*

**DECLARATIONS DE BONNES PRATIQUES**

- Une activité physique limitée vaut mieux qu'aucune activité physique.
- Si les enfants et adolescents n'atteignent pas le niveau recommandé, une quantité inférieure d'activité physique sera néanmoins bénéfique pour leur santé.
- Les enfants et les adolescents devraient commencer par de petites quantités d'activité physique et en augmenter progressivement la fréquence, l'intensité et la durée.
- Il est important d'encourager tous les enfants et adolescents à participer à des activités physiques agréables, variées et adaptées à leur âge et à leurs aptitudes, et de leur fournir des occasions sûres et équitables de le faire.

Chez les enfants et les adolescents, une sédentarité accrue est associée aux résultats sanitaires négatifs suivants : adiposité accrue ; santé cardiométabolique, forme physique et comportement social de moindre qualité ; et durée de sommeil réduite.

Il est recommandé ce qui suit :

> Les enfants et les adolescents devraient limiter leur temps de sédentarité, et en particulier le temps de loisir passé devant un écran.

*Recommandation forte, preuves de certitude faible*

**LIMITER**  
le temps de sédentarité, et en particulier le temps de loisir passé devant un écran.

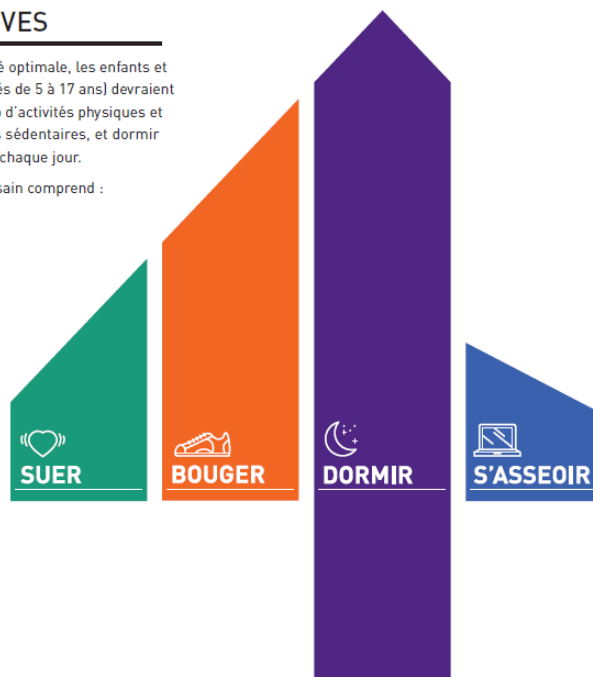
*Recommandations*

## 6.4 Annexe 4 : Directives canadiennes en matière de mouvement sur 24h pour les 5-17 ans (Tremblay, Carson, & Chaput, 2016)

### DIRECTIVES

Pour une santé optimale, les enfants et les jeunes (âgés de 5 à 17 ans) devraient faire beaucoup d'activités physiques et peu d'activités sédentaires, et dormir suffisamment chaque jour.

Un 24 heures sain comprend :



### SUER

#### ACTIVITÉ PHYSIQUE D'INTENSITÉ MOYENNE À ÉLEVÉE

L'accumulation d'au moins 60 minutes par jour d'activité physique d'intensité moyenne à élevée comprenant une variété d'activités aérobies. Des activités physiques d'intensité élevée et des activités pour renforcer les muscles et les os devraient être intégrées au moins 3 jours par semaine;

### BOUGER

#### ACTIVITÉ PHYSIQUE D'INTENSITÉ LÉGÈRE

Plusieurs heures d'une variété d'activités physiques d'intensité légère structurées et non structurées;

### DORMIR

#### SOMMEIL

De 9 à 11 heures de sommeil par nuit sans interruption pour les 5 à 13 ans et de 8 à 10 heures par nuit pour les 14 à 17 ans, et des heures de coucher et de lever régulières;

### S'ASSEOIR

#### COMPORTEMENT SÉDENTAIRE

Un maximum de 2 heures par jour de temps de loisir devant un écran;  
Un minimum de périodes prolongées en position assise.

Maintenir une durée de sommeil suffisante, passer plus de temps à l'extérieur et remplacer les comportements sédentaires et l'activité physique de faible intensité par plus d'activité physique d'intensité moyenne à élevée entraînent encore plus de bienfaits pour la santé.

## 6.5 Annexe 5 : Evolution des habilités (adolescent). Exemple pour la natation (Higgs et al., 2019)

	Enfant actif	S’amuser grâce au sport	Apprendre à s’entraîner
Dans l’eau	Des « temps de jeu » quotidiens dans l’eau au moment du bain pour favoriser l’attrait de l’eau, et jouer régulièrement dans des aires de jeux d’eau vers la fin de ce stade	Jouer régulièrement dans une piscine ou un bassin, en plus d’apprendre à nager	Apprentissage des 4 principales techniques de nage
	Porté dans l’eau par un adulte et plus tard, entrer seul dans l’eau sous supervision – (descendre la rampe)	Entrer dans l’eau de façon sécuritaire, les pieds en premier (en sautant), et la tête première (en plongeant)	Plongeon de départ
	Soutenu dans l’eau sur le ventre (visage vers le bas) et sur le dos (visage vers le haut). Réduction graduelle du soutien.	Flotter sur le ventre et sur le dos	Ajuster sa flottabilité pendant la nage
	Le visage et le nez sous l’eau. Retenir la respiration	Ramasser des objets dans le fond de la piscine sans se pincer le nez. Respirer une fois le visage sorti de l’eau	Tenir sa respiration au départ et dans les virages, respirer pendant la nage.
	Se familiariser avec l’eau et avec la sensation d’être dans l’eau	Expérimenter la traction et la propulsion dans l’eau	Plus grande aisance dans l’eau à mesure que les techniques s’améliorent
Sur le sol	Lancer de base	Lancer au-dessus de la tête en positionnant bien la jambe, la hanche et le tronc	Addition des forces des articulations du tronc, des épaules et des mains/bras pour les techniques de nage qui sollicitent les bras (nage libre et nage papillon)
	Botté de base vers l’avant	Botter en positionnant bien la jambe, la hanche et le tronc	Addition des forces des articulations des jambes en nageant, particulièrement pour le style libre, le style papillon et sur le dos
	Équilibre et maîtrise du corps	Se tenir en équilibre en orientant son corps de différentes façons et sur différentes parties du corps.	Meilleur contrôle du centre de gravité du corps et du centre de flottaison pour maintenir la posture du corps pendant la nage
	Rouler et tourner (aussi dans les airs)	Rouler au sol, faire la roue, pirouette avant et arrière, tourner	Meilleure habileté d’orientation du corps, particulièrement lors des virages-culbutes (la personne sait toujours comment son corps est orienté)
Sur la glace et la neige	Jouer dans la neige ou sur la glace, y compris glisser et tomber permet de renforcer l’orientation spatiale	Glisser sur la neige en skis ou sur la glace en patins, développe la coordination des membres opposés (coordination jambe gauche / bras droit)	Meilleure coordination des membres opposés du corps pour la nage libre et la nage sur le dos
		Glisser sur la neige (en ski) ou la glace (en patin) permet d’apprendre comment alterner entre la propulsion et le redressement pour créer un mouvement	Meilleure coordination entre les poussées et les tractions dans les différentes techniques de nage
Dans les airs	Sautiller et sauter	Sauter sur un trampoline	Appel, poussée et envol à partir du tremplin de plongeon

## 6.6 Annexe 6 : Notice d'information destinée aux parents

**Titre du projet :** Titre du projet : CAPACITES 64 – Expérimentation d'un programme basé sur le développement de la littérature physique et des comportements de santé associés dans un but d'augmenter les niveaux d'activité physique et d'améliorer la santé des adolescents.

**Chercheur(s) titulaire(s) responsable(s) scientifique(s) du projet :** Dr Gautier ZUNQUIN (MCF UPPA)

**Lieu de recherche :**

- Collège Marracq Bayonne (64) 1 rue des Montagnards 64100 Bayonne
- Centre Hospitalier de la Côte Basque (CHCB) 13 avenue de l'interne Jacques Loeb 64100 Bayonne

**But du projet de recherche :**

Quatre classes de 6<sup>ème</sup> du collège Marracq seront sélectionnées pour participer à cette étude. L'ensemble des élèves de ces 4 classes seront évalués sur certains critères de santé. Cette batterie d'évaluation permettra de déterminer et repérer les adolescents pouvant prétendre à participer à la phase interventionnelle de l'étude.

Les différents critères de santé qui seront évalués chez votre adolescent :

- Les données anthropométriques (Taille, poids, indice de masse corporelle) à l'aide d'une balance et d'une toise.
- Sa masse grasse ainsi que sa masse musculaire à l'aide de l'impédancemétrie (l'impédancemètre médical « TANITA DC 430 MA ») qui est une balance indiquant ces paramètres et non invasive.
- Mesure de la condition cardio-respiratoire par le test de marche/course Navette sur 20m (TMNA-20)
- La mesure des niveaux d'activité physique par le Youth Risk Behaviour Surveillance System (YRBSS) qui est un questionnaire que votre adolescent devra directement remplir.
- La mesure de la littérature physique perçue Perceived Physical Literacy Instrument (PPLI) qui est également un questionnaire.

L'ensemble de ces évaluations s'effectueront durant le créneau d'Education Physique et Sportive (EPS) réservé à la classe de votre adolescent. L'ensemble des adolescents de la classe passeront les mêmes tests au même moment que votre adolescent. Les classes ne participant pas à ces évaluations n'auront pas connaissance ni vision de ce protocole.

Selon les résultats de votre adolescent aux différentes évaluations de la santé nous pourrions vous proposer une intervention en guise de soutien à l'activité physique (AP). Cette intervention se fera sur la base du volontariat, vous serez donc libres ou non d'y participer. Cette intervention pourra également s'adapter selon vos emplois du temps.

En plus de ces évaluations, nous pourrions vous proposer cette intervention si le professeur d'EPS de votre adolescent décreète qu'il peut y participer.

A la suite de cela, une réunion d'information sera organisée pour les familles des adolescents participant à l'intervention. Dans celle-ci, il vous sera expliqué les modalités précises de l'intervention.

L'intervention proposée permettra d'accompagner votre adolescent dans sa pratique d'activité physique et ses connaissances sur l'alimentation. En tant que parent ou personne référente, vous serez pleinement intégré en tant que premier interlocuteur.

Cette intervention durera pendant 15 mois et se déroulera principalement au collège Marracq et à l'hôpital de Bayonne.

Concernant les modalités en activité physique, 2 séances extrascolaires d'activité physique seront proposées à votre adolescent (en plus des cours d'EPS). Ces séances se réaliseront le mercredi et le vendredi dans le gymnase du collège Marracq tout au long de l'année scolaire. Les séances seront réalisées par un enseignant en Activité Physique Adaptée (APA) formé et diplômé pour cela. Ajouté à ces séances, des contenus éducatifs sur l'activité physique seront dispensés par le même enseignant en APA. Ces contenus éducatifs seront dispensés durant les séances du mercredi et vendredi (les parents ou responsables légaux y seront conviés). Des séances d'activité physique en autonomie à réaliser à la maison vous seront proposées (séances parents/adolescents). Des actions seront également mises en place dans le collège de votre adolescent pour l'ensemble des élèves (sensibilisation des professeurs, adaptation des cours d'EPS...).

Pour les modalités sur l'alimentation, des contenus éducatifs seront dispensés (idem ceux relatifs à l'activité physique). Un suivi diététique individuel sera proposé (en fonction des souhaits des parents ou représentants légaux et adolescents) par un diététicien-nutritionniste diplômé (avec l'enseignant en APA également diététicien-nutritionniste). Les professeurs de vos adolescents seront également sensibilisés à l'alimentation.

En début et fin de l'intervention, un entretien « bilan » vous sera proposé en réel ou par visio. Cet entretien sera destiné aux parents ou représentants légaux et à l'adolescent pour y connaître vos demandes, attentes et retours. Nous pourrions également communiquer tout le long de l'intervention par WhatsApp, mail et téléphone.

En début, milieu et fin de l'intervention, nous devons évaluer votre adolescent pour connaître ses différents progrès tout au long de la pratique. Certaines évaluations se feront en commun avec le groupe et d'autres de manière individuelle. La durée totale des évaluations sera de 3h. Les évaluations sont les mêmes que celles faites dans les quatre classes de 6<sup>ème</sup> au départ du projet (cf ci-dessus).

#### **Vos droits à la confidentialité**

L'ensemble des données récoltées seront traitées de manière confidentielle avec l'ajout d'un numéro d'anonymat.

Aucune donnée ne pourra révéler votre identité ni celle de votre adolescent

Toutes les données seront gardées dans un endroit sécurisé et seuls les responsables scientifiques et les chercheurs associés y auront accès

#### **Vos droits de vous retirer de la recherche en tout temps**

La contribution à la recherche est volontaire

Vous et votre adolescent pourrez vous retirer ou cesser la participation en tout temps, et demander que ses données soient détruites, sans conséquence

Votre décision de participer, de refuser de participer, ou de cesser de participer n'aura aucun effet sur le contexte scolaire de votre adolescent.

#### **Bénéfices**

Les avantages attendus de cette intervention sur votre adolescent sont : une augmentation des niveaux d'activité physique quotidiens, un développement littéraire physique à savoir, augmenter sa connaissance, compréhension, motivation et confiance envers l'activité physique. Une amélioration de sa composition corporelle (diminution de la masse grasse et augmentation de la masse musculaire), une augmentation de la condition cardio-respiratoire et une amélioration de sa qualité de vie.

L'intervention apportera également des bénéfices sur l'éducation alimentaire à savoir : alimentation équilibrée pour ce public, connaissances sur les produits ultra-transformés et les boissons sucrées.

#### **Risques possibles**

À notre connaissance, cette recherche n'implique aucun risque ou inconfort autre que ceux de la vie quotidienne.

#### **Diffusion**

Les résultats de cette intervention seront diffusés dans des colloques et ils seront publiés dans des actes de colloque et des articles de revue académique.

#### **Vos droits de poser des questions en tout temps**

Vous pouvez poser des questions au sujet de la recherche en tout temps en communiquant avec le Responsable scientifique du projet par courrier électronique [g.zunquin@univ-paul.fr](mailto:g.zunquin@univ-paul.fr)

## 6.7 Annexe 7 : Formulaire de consentement éclairé

Titre du projet : CAPACITES 64 – Expérimentation d'un programme basé sur le développement de la littératie physique et des comportements de santé associés dans un but d'augmenter les niveaux d'activité physique et d'améliorer la santé des adolescents.

Mr /Mme / Mlle Nom : ..... Nom de jeune fille : .....  
Prénom : ..... Date et lieu de naissance : .....  
Adresse : .....  
Tél : .....

Il a été proposé à mon adolescent de participer à une étude sur le développement de la Littératie Physique (LP) permettant d'améliorer ses Niveaux d'Activité Physique Quotidiens (NAPQ) et sa santé.

L'investigateur Charlie NezonDET m'a précisé qu'il serait libre d'accepter ou de refuser.

Afin d'éclairer ma décision, j'ai reçu et compris les informations suivantes :

- 1) Je pourrai à tout moment interrompre la participation de mon adolescent si je le désire, sans avoir à me justifier.
- 2) Je pourrai prendre connaissance des résultats de l'étude dans sa globalité lorsqu'elle sera achevée.
- 3) Les données recueillies demeureront strictement confidentielles.
- 4) On a répondu clairement à toutes mes questions.

Compte-tenu des informations qui m'ont été transmises : <i>cocher les cases appropriées en fonction de votre volonté (OUI / NON)</i>	OUI	NON
J'accepte librement et volontairement que mon adolescent participe à la recherche « Expérimentation d'un programme basé sur le développement de la LP et des comportements de santé associés dans un but d'augmenter les niveaux d'activité physique et d'améliorer la santé des adolescents »	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Date :  
Signature des parents ou représentants légaux du participant :

Date :  
Signature du participant

Date :  
Signature de l'investigateur :

Conformément à la loi Informatique et Libertés du 6 janvier 1978 modifiée et au Règlement (UE) 2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016, vous pouvez exercer votre droit d'accès aux données vous concernant et les faire rectifier ou effacer en contactant le délégué à la protection des données : [cil-droitsaccés@univ-pau.fr](mailto:cil-droitsaccés@univ-pau.fr)